

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL BIOLOGI (SEMABIO)

**"Eksplorasi dan Pemanfaatan Biodiversitas
untuk
Menghadapi Masyarakat Ekonomi ASEAN"**
Bandung, 31 Mei 2016

**Jurusan Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Gunung Djati Bandung**



BIODJATI
JURNAL

BIOLOGY
Anniversary



PROSIDING SEMABIO

Seminar Nasional Biologi 2016

31 Mei 2016

**“EKSPLORASI DAN PEMANFAATAN BIODIVERSITAS UNTUK
MENGHADAPI MASYARAKAT EKONOMI ASEAN”**

Penasehat	: Prof. Dr. H. Mahmud, M.Si
Wakil Penasehat	: Dr.H. Opik Taupik Kurahman
Penanggung Jawab	: Dr. Tri Cahyanto, M.Si
Tim Reviewer	: Ida Kinasih, Ph.D. Dr. Yani Suryani, M.Si. Dr. Ana Widiانا, M.Si. Dr. Ramadhani Eka Putra, M.Si. Ucu Julita, M.Si.
Penyunting	: Rizal Maulana Hasby, M.Si. Ayuni Adawiah, M.Si. Astri Yuliawati, M.Si. Epa Paujjah, M.Si.
Desain Sampul	: Khanif Zulfikar Rahman
Penerbit	: Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati
Cetakan Pertama	: Agustus, 2016

Buku ini diterbitkan sebagai Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Biologi yang diselenggarakan di Bandung 31 Mei 2016, serta telah ditelaah dan disetujui oleh Reviewer.

**PROSIDING SEMABIO
Seminar Nasional Biologi 2016**

ISBN : 978-602-60030-0-3

Copy Right © 2016 Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati
Hak cipta dilindungi undang-undang dan dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari Penerbit.

Diterbitkan oleh :

Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung
Jl. A.H. Nasution 105 Cibiru, Bandung 40614
Telp. (022) 780-2844, Fax. (022) 780-2844
<http://bio.uinsgd.ac.id>

Bismillahirrahmanirrahim
Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT, sehingga kami sebagai panitia dapat menyelenggarakan kegiatan Seminar Nasional Biologi (SemABio) 2016 Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung yang diikuti oleh para peneliti dan akademisi dari berbagai daerah di Indonesia. Terselenggaranya Seminar Nasional dengan tema “**Eksplorasi dan Pemanfaatan Biodiversitas untuk Menghadai MEA**” bertujuan untuk memberikan wadah/sarana komunikasi ilmiah bagi para peneliti, akademisi, professional, praktisi dan mahasiswa khususnya di bidang biologi yang diharapkan dapat memberikan kontribusi mutu keilmuan bagi para peserta.

Pada acara Seminar Nasional ini diikuti lebih dari 140 makalah yang disampaikan dalam sesi parallel dari berbagai perguruan tinggi di Indonesia. Adapun ruang lingkup dari kegiatan seminar ini mencakup aspek yang berkaitan pengembangan biologi serta bidang lainnya yang berkaitan terutama di bidang Ekologi, Biosistematik, Fisiologi Tumbuhan, Fisiologi Hewan, Mikrobiologi, Genetika serta Biologi Sel dan Molekuler.

Terselenggaranya kegiatan Seminar Nasional ini berkat bantuan dari berbagai pihak, baik dosen di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung serta mahasiswa Jurusan Biologi, yang telah meluangkan waktu dan tenaga sehingga kegiatan seminar nasional ini dapat terselenggara dengan baik dan lancar. Kami juga ingin menyampaikan apresiasi dan ucapan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada pembicara utama, para pemakalah, reviewer, panitia, mahasiswa dan semua pendukung acara kegiatan seminar nasional ini. Akhir kata, kesuksesan kegiatan seminar nasional ini adalah berkat dukungan dan partisipasi dari Bapak/Ibu/Sdr. Selamat mengikuti seminar, semoga memperoleh ilmu yang bermanfaat, dan semoga Allah Swt meridloi kita semua. Amiiin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Ida Kinasih, Ph.D
Ketua Pelaksana SemABio 2016

DAFTAR ISI

Pendahuluan	1
Daftar Isi	2
Sambutan Ketua Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati	8
Sambutan Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati.....	9
Pembukaan Rektor UIN Sunan Gunung Djati	11
Pemakalah Kunci	12
Pemakalah	34
Lampiran 1 : Susunan Acara.....	394
Lampiran 2 : Susunan Panitia	395
Lampiran 3 : Daftar Pemakalah dan Peserta.....	396

Keynote Speaker**“Eksplorasi dan Pemanfaatan Biodiversitas untuk Menghadapi MEA”**

No	Penulis	Judul	Hal
1	Agus Dana Permana, Ramadhani Eka Putra	Biodiversitas Serangga Lokal sebagai Sumber Daya Hayati Indonesia dalam Menghadapi Masyarakat Ekonomi Asean	12
2	M. Agus Salim	Potensi Mikroalga Bagi Kemandirian Bangsa Indonesia	27

Pemakalah
Topik : Biologi Sel Molekuler dan Genetika

Kode	Penulis	Judul	Hal
BMG-14	Luthfy	Adaptasi Sembilan Varietas Kentang di Dataran Tinggi	34
BMG-3	Rahayu, ST., Djuariah, D., Asgar, A.	Pengujian Kualitas Beberapa Genotipe Bawang Putih (<i>Allium sativum</i> L) pada Penanaman di Dataran Tinggi Lembang	39
BMG-8	Luthfy	Karakterisasi 30 Aksesori Sumber Daya Genetik Mentimun (Cucumis Sativus)	44
BMG-6	Rahayu, ST., Musaddad, D., Murtaningsih, E	Pengaruh Cara dan Lama Simpan Terhadap Mutu Bawang Merah Varietas Bima Brebes dengan Metode Penyimpanan Petani	48

Topik : Biosistematik dan Ekologi

Kode	Penulis	Judul	Hal
EK-2	Yusuf Ilyasa Ilham, Tatang Suhermana, Ruhyat Partasasmita	Studi Populasi dan Habitat Biawak air (<i>Varanussalvator</i> , Laurenti 1768) di Pulau Kotok Besar, Taman Nasional Kepulauan Seribu, DKI Jakarta	53
EK-3	Asep Sadili	Tegakan Vegetasi Kelompok Pohon di Hutan Pamah Simenggaris-Nunukan, Kalimantan Utara	58
EK-6	Zamzam I'lanul Anwar Atsaury, Ruhyat Partasasmita, Teguh Husodo	Struktur Komunitas Burung di Kawasan Gunung Dewata dan Gunung Waringin, Cagar Alam Gunung Tilu, Kabupaten Bandung, Jawa Barat	68
EK-7	Siti Sundari	Dissolved Organic Carbon (DOC) dan Particulate Organic Carbon (POC) dari Ekosistem Tanah dan Sungai di Cagar Alam Dungus Iwul, Jawa Barat	77
EK-11	Erniwati, Sih Kahono	Pengembangan Lebah Madu Klanceng (Apidae: <i>Trigona</i> Spp.) di Tasikmalaya	83
EK-12	Asep Sadili, Sunaryo,Deden Girmansyah	Analisis Flora pada Tumbuhan Asing Invasif Markisa (<i>Passiflora ligularis</i> Juss.) di Taman Nasional Kerinci Seblat-Jambi	90
EK-24	Ruhyat Partasasmita, Sonya Suswanti, Teguh Husodo	Komunitas Burung pada Enam Tipe Ekosistem di Kabupaten Nunukan Kalimantan Timur	97
EK-25	Gammi Puspita Endah, Johan Iskandar, Ruhyat Partasasmita	Perkembangan Perilaku Terbang dan Perkiraan Daerah Jelajah Elang Brontok Hasil Rehabilitasi di Cagar Alam Kamojang Garut Jawa Barat	106
EK-26	Irina Anindya M, Ruhyat Partasasmita	Etnozoologi Trenggiling pada Masyarakat Desa Karangwangi, Kecamatan Cidaun, Cianjur, Jawa Barat	113
EK-22	Inge Larashati Subro	Ekologi Jenis <i>Stenochlaena palustris</i> (Burm.F.) Bedd (Blechnaceae). di Kawasan Hutan Taman Nasional Gunung Halimun Salak, Jawa Barat	122
EK-28	Betty Mayawatie Marzuki, Joko Kusmoro	Keragaman Jenis Jamur Makroskopis yang Tumbuh pada Substrat, Tanah dan Serasah di Blok Cisela Kawasan Cagar Alam Bojonglarang Jayanti, Cianjur, Jawa Barat	131

EK-20	Desak Made Malini, Muhamad Insan	Kajian Etnobotani Tumbuhan yang Digunakan sebagai Obat Batuk Alami oleh Masyarakat di Desa Karangwangi, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat	135
EK-27	Edhu Enriadis Adilingga, Ruhyat Partasasmita	Populasi dan Distribusi Surili (<i>Presbytis comata</i> Desmarest, 1822) dan Lutung Jawa (<i>Trachypithecus auratus</i> É, Geoffroy, 1812) di Cagar Alam Gunung Tilu	146
EK-19	Joko Kusmoro, Ismi Istiqomah Ruhyati, Tubagus Imat	Tumbuhan Obat di Sekitar Sadengan dan Triangulasi Taman Nasional Alas Purwo Jawa Timur	153
EK-38	Romli N Muhayyat, Astuti Kusumorini, Ida Kinasih	Studi Keanekaragaman Fauna Tanah (Makrofauna dan Mesofauna Tanah) di Kawasan Hutan Lindung Gunung Manglayang, Kab. Bandung, Jawa Barat	161
EK-37	Putri Hawa, Ida Kinasih, Epa Paujiah	Distribusi Bintang Mengular (Ophiuroidea) di Pantai Rancabuaya Desa Purbayani Kecamatan Caringin, Garut	165

Topik : Fisiologi Hewan

Kode	Penulis	Judul	Hal
FH-11	Astuti Kusumorini, Ina Suriyani, Bahiyah ³	Pengaruh Air Zam Zam terhadap Pertumbuhan Ikan Tawes (Cyprinidae; <i>Barbonymus gonionatus</i> Blkr.)	169
FH-7	Munik Sriayu Fitriani, Astuti Kusumorini, Ucu Julita	Pengaruh Ekstrak Bonggol Pisang Ambon (<i>Musa paradisiaca</i> Var. <i>Sapientum</i> L.) terhadap Penyembuhan Luka Biopsi pada Kulit Mencit (<i>Mus musculus</i>)	175
FH-3	Melanie, Wawan Hermawan, Desi Harneti Puspa, Tessie Trestiana ⁴	Pemanfaatan Ekstrak Metanol Tanaman <i>Begonia muricata</i> Bl., <i>Melastoma affine</i> D. Don., <i>Mussaenda philippica</i> L. dan <i>Strobilanthes crispus</i> Bl. dalam Pengendalian Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> Vektor Penyakit Demam Berdarah Dengue	183
FT-27	Fatmawati, Astuti Kusumorini, Ucu Julita	Pengaruh Ekstrak Daun Talas (<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott) terhadap Penyembuhan Luka Biopsi pada Kulit Mencit	191

Topik : Fisiologi Tumbuhan

Kode	Penulis	Judul	Hal
FT-2	Mohamad Nurzaman, Asep Zaenal Mutaqien, Yunisah Nidaningrum, Tia Setiawati	Laju Transpirasi Beberapa Jenis Tanaman di Pekarangan Warga Desa Karangwangi, Kecamtan Cidaun Kabupaten Cianjur, Jawa Barat	199
FT-3	Emma Sri Kuncari	Pengaruh Perbedaan Tempat Tumbuh terhadap Kandungan Gula Total, Serat Pangan dan Kadar Air Batang Terubuk (<i>Saccharum edule</i> Hassk.)	206
FT-1	Wawan Kartiwa Haroen	Hubungan Massa Jenis Hardwood terhadap Sifat Fisik dan Kualitas Pulp Kertas	211
FT-4	Titi Juaheti	Karakterisasi Pertumbuhan, Produksi dan Nilai Gizi Beberapa Aksesori Jali (<i>Coix lachryma-jobi</i> L.) dari Jawa Barat	220
FT-14	Nuril Hidayati, Fauzia Syarif	Evaluasi Lima Aksesori Jewawut Lokal [<i>Setaria italica</i> (L.) P. Beauv] : Karakter Pertumbuhan dan Responnya terhadap Pemupukan	226
FT-15	Rani Agustiani, M. Agus Salim, Mimin Kusmiati	Efektivitas Penambahan Biomassa <i>Chlorella</i> sp. terhadap Kualitas Krim Tabir Surya (Sunblock)	234

FT-16	Tony Sudjarwo, Nisyawati, Nia Rossiana, Wibowo Mangunwardoyo	Uji Toksisitas Air Limbah Domestik Hasil Fitoremediasi Menggunakan <i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solm dan <i>Pistia stratiotes</i> L. terhadap <i>Cyprinus carpio</i> L.	247
FT-17	Romyadi	Eksplorasi Anggrek Spesies Sumedang sebagai Sumber Keanekaragaman Hayati Florikultura Indonesia	256
FT-19	Ali Asgar, Sudaryanto Zain, Asrsi Widyasanti, Subyekti, M	Pengaruh Suhu Pengeringan dan Proses Blansing terhadap Mutu Tepung Daun Singkong (<i>Manihot esculenta</i> C)	264
FT-18	Rahayuningsih, Dwi., Maysaroh Nur Istikomah, Santi Tri Rahayu, Herliana Endang Supriyatini, Ferina Hana Tunjung Trisna dan Nur Endah Wahyuningsih	Uji Efektifitas Ekstrak Daun Brotowali (<i>Tinospora crispa</i> L) sebagai Insektisida	274
FT-22	Albert Husein Wawo, Andrea Agusta, Ninik Setyowati	Studi Cara Perbanyak Buah Merah (<i>Pandanus conoideus</i> Lamk) dan Upaya Konservasinya di Lembah Balim, Kabupaten Jayawijaya, Papua	280
FT-21	Agus Widana, Tuti Kurniati	Detoksifikasi Melalui Fermentasi <i>Rhizopus oryzae</i> terhadap Peningkatan Nilai Protein Kasar Bungkil Biji <i>Jatropha curcas</i> L.	288
FT-11	Musaddad, D., R. Kirana	Seleksi Galur Cabai Merah untuk Bahan Baku Olahan	294

Topik : Mikrobiologi

kode	Penulis	Judul	Hal
MK-3	Yayan Maryana, Rahmact Sutarya, M. Agus Salim	Pengaruh Beberapa Isolat <i>Trichoderma</i> spp terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Merah (<i>Capsicum annum</i> L.)	299
MK-2	Nia Rossiana, Ida Indrawati, Tanti Nurfitriani, Aida Muthia Khalida, Fauziah	Bakteri dan Jamur Indigenous <i>Oily Sludge Industry</i> Minyak Bumi	306
MK-6	Putut Fajar Arko, Betty Mayawatie Marzuki, Joko Kusmoro	Keragaman Jenis Jamur Kayu Makroskopis di Cagar Alam dan Taman Wisata Alam Kamojang	314
MK-1	Yati Sudaryati Soeka, Rini Handayani, Sulistiani	Aktivitas α -Amilase Bakteri B7 Sebagai Stdungusr untuk Membuat Tepung Fermentasi Jewawut (<i>Setaria italic</i> L.)	324
MK-11	Sulistiani, Rini Handayani, Yati Sudaryati Soeka	Efek Fermentasi Bakteri Asam Laktat Pada Nilai Proksimat Tepung Jali (<i>Coix lacryma-jobi</i> L.)	335
MK-4	Muhammad Naufal Hakim, Mochamad Firmansyah,	Studi Kelayakan Produksi Bioetanol dari Ampas Tapioka dengan Metode <i>Solid State Fermentation</i> untuk Pemenuhan Kebutuhan Bioetanol Menuju Indonesia Energy Mix 2025	344

Abdurrahman
Adam

Topik : Lain-Lain			
Kode	Penulis	Judul	Hal
OT-5	Siti Romlah, M. Muttaqin, Milla Listiawati	Penerapan Model Pembelajaran Problem Solving Terhadap Peningkatan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa pada Materi Sistem Gerak pada Manusia (Kelas VIII SMP PGRI 10 Kota Bandung)	353
OT-8	Revi Mainaki	Kondisi Lingkungan Sekolah yang Ideal untuk Menumbuhkan Kecerdasan Ekologis sebagai Modal Menghadapi MEA	360
OT-1	Sri Maryanti	Analisis Gaya Belajar (<i>learning styles</i>) Mahasiswa Calon Guru Biologi Semester III Tahun Ajaran 2015/2016	370
OT-2	Neneng Hani Anisah, Sumiyati Sa'adah, Sri Hartati	Pengaruh Penggunaan Teknik Pencatatan Mind MAP terhadap Retensi Siswa Pada Materi Ekosistem (<i>Penelitian Quasi-experiment</i> pada Siswa Kelas VII MTs Al-Musdaryah Cileunyi kab. Bandung)	374
OT-10	Lathifatuzzahra Taufiq, Ara Hidayat, Meti Maspupah	Pengaruh Penggunaan Model Pembelajaran <i>Guided Inquiry</i> (Inkuiri Terbimbing) terhadap Hasil Belajar Siswa pada Konsep Sistem Indera	381
OT-6	Ade Aliyani	Upaya Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa Melalui PJBL pada Topik Virus	390

**SAMBUTAN KETUA JURUSAN BIOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN GUNUNG DJATI BANDUNG**

Yth. Rektor UIN Sunan Gunung Djati Bandung
Dekan FST UIN Sunan Gunung Djati Bandung
Wakil Rektor di Lingkungan UIN Sunan Gunung Djati Bandung
Dekan dan Wakil Dekan di lingkungan UIN Sunan Gunung Djati Bandung
Ketua Lembaga dan Kepala Pusat di lingkungan UIN Sunan Gunung Djati Bandung
Pembicara Undangan
Pemakalah (*Oral Presenters*)
Panitia Penyelenggara (Dosen, Staf dan Himbiosa)
Undangan dan Hadirin Sekalian

Pertama kita bersyukur kehadiran Allah SWT atas berkah dan rahmat-Nya kegiatan Seminar Nasional Biologi atau yang disingkat SemABio 2016 dapat dilakukan. Kegiatan seminar baik nasional/regional bagi jurusan biologi seringkali kami selenggarakan setiap tahunnya, namun seminar dengan menghadirkan pemakalah (*call for papers*) adalah peristiwa bersejarah bagi kami karena untuk pertamakalinya di usia yang ke-10 kami dapat mewujudkannya. Kegiatan ini merupakan bagian dari rangkaian kegiatan *Biology Anniversary* atau Milad Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati yang ke-10.

Sebagaimana diketahui bersama, perkembangan biologi baik dari sisi ilmu dan teknologi bergerak begitu cepat sehingga perlu adanya kesadaran tinggi bagi kita masyarakat Indonesia untuk menjadi bagian peradaban dunia melalui penelitian dan penemuan termasuk mentransformasinya sehingga memberikan kebermanfaatan kepada masyarakat luas.

Indonesia sebagai negara terbesar di Asia Tenggara dengan potensi kekayaan alam yang luar biasa termasuk keanekaragaman hayati, sejatinya menjadi pusat keunggulan penelitian dan penemuan khususnya dalam bidang biologi. Namun demikian, kita menyaksikan kerusakan alam yang terjadi di berbagai sudut wilayah nusantara yang diakibatkan oleh pembangunan yang tidak bertanggung jawab sehingga menyisakan bencana ekologis termasuk hilang dan rusaknya keanekaragaman hayati yang kita miliki. Oleh karena itu, perlu dilakukan dan tidak sekedar difikirkan, keanekaragaman hayati di eksplorasi bukan sekedar ditemukan, diketahui dan dipublikasikan. Lebih dari itu, ada kekuatan besar untuk membangun biologi berkemajuan di bumi nusantara ini dengan mengeksplorasi sekaligus mengembangkannya untuk kesejahteraan masyarakat Indonesia. Selanjutnya diharapkan seminar ini dapat memberi manfaat bagi perkembangan biologi di Indonesia.

Besar harapan bagi kami, melalui kegiatan ini akan memadukan hasil-hasil penelitian yang dapat menjadi sumber informasi penting bagi pengembangan biologi di Indonesia, dunia global dan memperluas komunikasi serta jejaring diantara praktisi, akademisi, peneliti ataupun yang terkait dengan keilmuan di bidang biologi. Sebagai pimpinan jurusan, saya menghaturkan terimakasih kepada semua pihak yang telah berkenan hadir dalam kegiatan ini dan kami sampaikan permohonan maaf jika ada yang tidak berkenan atau kekurangandalan pelayanan yang diberikan.

Penghargaan dan ucapan terimakasih saya sampaikan kepada pihak-pihak yang telah berpartisipasi dalam seminar ini.

Ketua Jurusan Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Gunung Djati Bandung

Dr. Tri Cahyanto, M.Si.

**SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN GUNUNG DJATI BANDUNG**

Yang saya hormati,
Rektor UIN Sunan Gunung Djati Bandung
Para Wakil Dekan FST UIN Sunan Gunung Djati Bandung
Ketua Jurusan Biologi FST UIN Sunan Gunung Djati Bandung
Pembicara Undangan
Pemakalah dan Peserta Semabio 2016

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.
Salam sejahtera bagi kita semua.

Puji syukur kita panjatkan ke hadirat Allah SWT, Tuhan yang Maha Kuasa. Atas limpahan rahmat, taufiq, dan hidayah-Nya kita sekalian dapat berkumpul dalam acara Seminar Nasional Biologi 2016.

Kami atas nama pimpinan Fakultas mengucapkan selamat datang di kampus “Wahyu Memandu Ilmu”, kampus Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung. Semoga kehadiran Bapak/Ibu dan Saudara/i dapat memberikan makna dan memberi sumbangsih pemikiran demi kemajuan juga daya saing kita, baik secara nasional maupun internasional, apalagi saat ini kita sudah masuk pada Masyarakat Ekonomi Asean (MEA). Hadirnya pembentukan pasar tunggal Asean, telah mendorong hadirnya peluang besar bagi semua negara anggotanya menjual barang dan jasa dengan mudah antar negara. Kompetisi semakin ketat, tak terkecuali kompetisi di bidang akademik, oleh karena itu dengan hadirnya kegiatan ini semoga menjadi sebuah sarana untuk meningkatkan kompetisi semua pihak yang terlibat.

Pada kesempatan ini kami selaku Pimpinan Fakultas juga memberikan apresiasi yang setinggi-tingginya kepada Panitia Semnas Biologi atas terselenggaranya Seminar Nasional kali ini. Terlebih lagi, kehadiran para nara sumber utama yaitu Bapak Dr. H. Agus Dana Permana serta Bpk. Dr. M. Agus Salim, Drs., MP. yang telah berkenan meluangkan waktu di sela-sela kesibukannya memenuhi undangan kami untuk berbagi ilmu kepada kita sekalian. Demikian pula kepada para pemakalah dan peserta seminar. Kami sampaikan terimakasih yang setinggi-tingginya semoga kehadiran para narasumber semakin memantapkan langkah kami untuk mewujudkan kampus penghasil dan pengembang “Ilmuan Berkarakter Islami”.

Dalam pengembangan penelitian di kampus “Wahyu Memandu Ilmu” ini, terdapat beberapa hal prinsipil yang seyogyanya menjadi landasan berpikir. **Pertama**, penelitian dan pengembangan ilmu merupakan tugas pengabdian ilmuwan kepada Allah sebagai *khalifah fi al-ard*. Sangat rugi kiranya jika peneliti menghabiskan waktu, biaya, tenaga dan pikiran tanpa diniatkan sebagai upaya peningkatan keimanan dan ketaqwaan kepada Allah. Sehebat apapun penemuannya, tanpa landasan ini akan sia-sia. **Kedua**, penelitian ditujukan untuk menemukan keteraturan dan ke-Mahakuasaan Allah yang telah diwahyukan pada makro dan mikro kosmos untuk dimanfaatkan sebesar-besarnya bagi kesejahteraan semua makhluk (bukan hanya untuk kesejahteraan manusia) tapi juga kesejahteraan alam secara keseluruhan, termasuk kelangsungan hidup hewan, tumbuhan serta bumi dan langit beserta segala isinya. Dengan cara ini tidak akan ada pengembangan ilmu yang mengeksploitasi bumi yang akan menimbulkan kerusakan lingkungan beserta segala ekosistemnya, apalagi membunuh kelangsungan hidup manusia. **Ketiga**, penelitian terhadap ayat-ayat Allah (baik *kauniyah* maupun *qauliyah*), merupakan satu kesatuan sistem sumber yang tidak mungkin ada pertentangan antara satu dengan yang lainnya. Oleh karena itu tidak mungkin ada pertentangan antara fenomena alam dengan pernyataan Al-Qur'an. Jika seolah-olah ada pertentangan, itu semata-mata penafsiran ilmuwan yang belum tepat. Data, metode analisis, dan penarikan kesimpulan yang belum memadai. **Keempat**, penelitian yang benar pada mikro dan makro kosmos adalah penelitian yang bisa membuktikan kebesaran Allah swt. Jika penelitian itu belum sampai pada tujuan tadi, artinya penelitian itu belum sampai pada tujuan hakiki. Oleh karenanya pengembangan penelitian sains dan teknologi yang benar bukan hannya bertujuan memberikan kesejahteraan kepada manusia

tetapi sampai pada peneguhan keimanan dan akhlak karimah dalam arti seutuhnya. Akhlak karimah dalam arti ini bukan saja ketaatan pada semua kewajiban *ibadah mahdhah*, dan perilaku sosial yang terbatas, tetapi semua perilaku termasuk tujuan-tujuan penelitian tentang pelestarian alam, penghematan energy, peningkatan produktivitas, peningkatan efesiensi, merupakan akhlak karimah.

Oleh karena itu, dalam upaya implementasi prinsip-prinsip tadi dalam seminar ini, sebagai bagian keluarga besar Fakultas Sains dan Teknologi, Jurusan Biologi menunjukkan kontribusinya secara nyata dalam bidang penelitian dan publikasi ilmiah yang dikemas dalam Seminar Nasional. Kami berharap seminar kali ini selain menjadi ajang silaturahmi, bertukar informasi ilmiah, dan memperkuat jejaring di antara peneliti dan para pakar di bidang Biologi juga sekaligus sebagai wahana untuk meneguhkan eksistensi Jurusan Biologi. Perlu kami informasikan kepada yang terhormat para hadirin bahwa Jurusan Biologi merupakan salah satu Jurusan yang ada di FST UIN Bandung telah terakreditasi “B” BAN PT. Harapan kami hasil ini terus diiringi dengan semakin meningkatnya kinerja Jurusan Biologi dalam memberikan layanan terbaik di bidang akademik. Tentu, hal ini tidak lepas dari kerangka perwujudan visi dan misi FST UIN dalam menghasilkan dan mengembangkan Saintis “Berkarakter Islami”.

Kepada segenap panitia kami sampaikan terimakasih atas segala upayanya sehingga terselenggaranya seminar Nasional Biologi dan *Call for Papers* yang pertama ini. Demikian sambutan kami, terimakasih atas perhatiannya dan mohon maaf atas segala kekurangan dan kekhilafan kami.

Akhirnya kami sampaikan “Selamat Berseminar”.

Dekan
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Gunung Djati Bandung

Dr. H. Opik Taupik Kurrahman

**PEMBUKAAN REKTOR
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN GUNUNG DJATI BANDUNG**

Yth,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung
Wakil Dekan di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung
Dekan dan Wakil Dekan di lingkungan UIN Sunan Gunung Djati Bandung
Ketua Lembaga dan Kepala Pusat di lingkungan UIN Sunan Gunung Djati Bandung
Tamu Undangan, Pemakalah dan seluruh Peserta Seminar

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Selamat pagi dan salam sejahtera bagi kita semua.

Bapak dan Ibu yang saya hormati. Kita panjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT., karena atas kehendak-Nya hari ini kita dapat berkumpul bersama-sama mengikuti acara Seminar Nasional Biologi (SemABio) 2016 dan *Call for Papers*, dengan tema “**Eksplorasi dan Pemanfaatan Biodiversitas untuk Menghadapi MEA**”.

Sebagai tuan rumah, kami menyampaikan selamat datang bagi para peserta dan pembicara di kampus UIN Sunan Gunung Djati Bandung. Atas nama pimpinan Universitas, saya mengucapkan banyak terimakasih kepada panitia, baik dosen ataupun mahasiswa, yang telah bekerja keras dalam menyelenggarakan acara ini.

Seperti telah kita maklum bahwa *ASEAN Economic Community* (AEC) atau yang akrab kita kenal dengan sebutan Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA) telah menjadi perbincangan di seluruh wilayah ASEAN, khususnya di Indonesia. Indonesia diharapkan mampu menggunakan berbagai bidang, salah satunya bidang Biologi, untuk menghadapi segala tantangan yang ada, agar dapat bersaing dengan negara-negara di kawasan Asia Tenggara.

Tantangan yang akan kita hadapi sangat banyak dan tajam. Untuk itu, kita perlu strategis khusus untuk menghadapinya, seperti peningkatan kreatifitas dan inovasi dalam banyak hal. Ekplorasi sumber daya hayati merupakan salah satu bidang yang mesti kita garap secara serius. Selain itu, penemuan-penemuan ilmiah yang akan bermanfaat bagi kesejahteraan masyarakat dan kemajuan negara harus kita upayakan.

Seminar Nasional Biologi dan *Call for Papers* yang pertama di UIN Sunan Gunung Djati Bandung ini diharapkan dapat dijadikan wahana bagi para peneliti, akademisi, dan praktisi dalam bertukar pikiran tentang bagaimana membangun kreativitas dan inovasi untuk menciptakan daya saing nasional dan internasional bangsa kita. Acara ini diharapkan mampu membangun semangat juang untuk memenangkan persaingan ASEAN di Era Masyarakat Ekonomi Asean.

Selamat mengikuti seminar nasional dan rangkaian kegiatan pendukungnya. Semoga apa yang kita lakukan hari ini bermanfaat bagi kemajuan kita di masa depan.

Terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr.W

Rektor
UIN Sunan Gunung Djati Bandung

Prof. H. Mahmud, M.Si

Biodiversitas Serangga Lokal sebagai Sumber Daya Hayati Indonesia dalam Menghadapi Masyarakat Ekonomi ASEAN

Agus Dana Permana^{1, a)} dan Ramadhani Eka Putra¹⁾

¹Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati Institut Teknologi Bandung
Jl. Ganesha No. 10 Bandung 40132

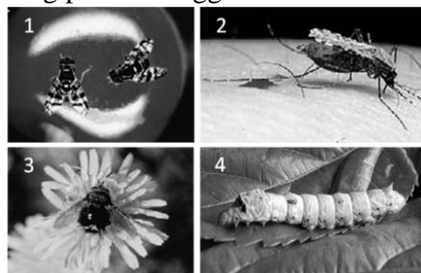
Email : ^{a)}agus@sith.itb.ac.id

Apa itu Serangga?

Setiap hari kita selalu bertemu dengan serangga baik secara sadar ataupun tidak. Lalat rumah, kecoa, nyamuk merupakan anggota dari serangga yang mungkin sudah menjadi bagian dari kehidupan kita. Walaupun kita sering bertemu dengan hewan-hewan ini namun mungkin banyak dari kita yang kurang pengetahuannya mengenai serangga. Serangga telah ada di muka bumi ini lama sebelum manusia muncul. Hal ini dibuktikan dari penemuan fosil serangga yang telah berumur sekitar 350 juta tahun sementara manusia baru ada sejak 2 juta tahun yang lalu (Borror *et al.*, 2005).

Serangga adalah salah satu kelompok hewan yang paling dominan di muka bumi. Ratusan ribu jenis telah berhasil diidentifikasi, berjumlah sekitar tiga kali dari jumlah seluruh hewan yang telah diketahui. Serangga dapat ditemukan di tanah, air (tawar, payau, dan sejumlah kecil di laut) serta udara. Mereka hidup memakan daun, memakan sisa makhluk hidup, bahkan hidup di dalam tubuh hewan lain. Dalam proses mempertahankan kehidupan mereka, serangga melakukan interaksi dengan makhluk hidup termasuk manusia.

Masyarakat seringkali beranggapan bahwa semua serangga adalah perusak yang harus diberantas, walaupun jenis serangga yang menguntungkan jauh lebih banyak. Sebagai contoh, banyak hasil pertanian yang terbantu oleh aktifitas serangga penyerbuk, ada pula serangga yang menghasilkan sutera, madu, lak, lilin, dan obat-obatan serta berperan besar proses daur ulang sampah organik. Manusia juga memanfaatkan serangga parasitoid dan predator untuk mengatasi serangga hama. Bentuk, warna dan fisiologi serangga yang unik seringkali dijadikan obyek penting dalam penelitian pada bidang biologi, kedokteran, mekanik, bahkan robot. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa pengetahuan modern yang dimiliki oleh manusia sedikit banyak berhutang pada serangga.



Gambar 1. Beberapa serangga yang berhubungan dengan kehidupan manusia. (1) Lalat buah (Famili Tephritidae) yang merusak buah, (2) Nyamuk *Anopheles* sp. (Famili Culicidae) yang menjadi vektor penyakit malaria, (3) Lalat Tachinidae yang berperan dalam penyerbukan tanaman, dan (4) Ulat sutera (*Bombyx mori*) yang menghasilkan sutera.

Dibandingkan dengan manusia, serangga merupakan hewan yang sangat khusus. Dapat dikatakan bahwa serangga adalah hewan berbentuk terbalik, karena kerangka tubuhnya berada di bagian luar, susunan sarafnya memanjang di bagian bawah tubuhnya,

dan organ hatinya terletak di sebelah atas saluran pencernaan. Serangga tidak memiliki paru-paru, tetapi dapat bernafas melalui sejumlah lubang kecil di dinding tubuhnya dan di samping kepala, yang dikenal dengan istilah trakea. Pada saat bernapas, udara (oksigen) masuk melalui lubang-lubang tersebut, kemudian disalurkan ke seluruh tubuh langsung ke jaringan-jaringan melalui tumpukan tabung-tabung tipis yang bercabang sehingga darahnya tidak terlalu penting dalam transpor oksigen ke jaringan. Darah serangga hanya berfungsi sebagai media untuk mengantarkan nutrisi, sistem pertahanan tubuh, dan sistem ekskresi serangga. Serangga juga dapat mencium dengan bantuan antena, beberapa rasa dapat dilakukan melalui bagian tungkai, sebagian bunyi dapat didengarnya dengan organ khusus di perut, tungkai depan atau antena.

Sebagaimana hewan-hewan yang kerangka tubuhnya berada di luar tubuhnya, seranggamemiliki ukuran yang relatif kecil. Lebih dari 3/4 kelompok serangga memiliki panjang kurang dari 6 mm. Tubuh yang kecil ini memberikan keuntungan bagi serangga karena mereka dapat menempati habitat yang tidak dapat ditempati oleh hewan-hewan besar. Secara umum, ukuran panjang tubuh serangga berkisar dari sekitar 0,25-330 mm dengan rentangan sayap antara 0,5-300 mm. Rekor serangga terpanjang dipegang oleh Familia Phasmatidae, yang ditemukan di Kalimantan dengan panjang 330 mm, sementara serangga dengan rentang sayap terbesar adalah sejenis ngengat yang ditemukan di Amerika Utara yang memiliki rentangan sayap 150 mm, sementara catatan fosil mencatat satu fosil capung memiliki panjang sayap 760 mm. (Borror *et al.*, 2005).

Serangga adalah satu-satunya hewan Invertebratayang memiliki sayap. Proses terbentuknya sayap ini secara evolusi berbeda dengan sayap hewan Vertebrata (burung, kelelawar, lain-lain). Sayap hewan Vertebrata merupakan modifikasi dari tungkai depan, sedangkan pada serangga merupakan penambahan sepasang tungkai.

Warna serangga sangat bervariasi dari abu-abu lusuh hingga sangat terang, Tidak ada seekor hewan di dunia ini yang memiliki warna secerah serangga. Beberapa serangga terlihat sangat gemerlap berwarna-warni, seperti perhiasan. Warna dan bentuk serangga seringkali digunakan sebagai inspirasi para seniman.Salah satu kupu-kupu yang sangat indah dan hampir punah hidup di Pegunungan Arfak, Papua, yaitu kupu-kupu sayap burung (Gambar 2), *Ornitophthoras* spp. Beberapa jenis dari kupu-kupu ini, yaitu *Ornitophthorasparadisea*, *Ornitophthorasgoliath* merupakan serangga yang dilindungi dan telah masuk ke dalam daftar CITES (Convention on International Trade in Engered Jenis of Wild Fauna and Flora). Kupu-kupu sayap burung ini telah berhasil dikembangkan secara alamiah di habitat aslinya.



Gambar 2. Koleksi kupu-kupu sayap burung
Ornitophthoras spp. dan *Troides*

Serangga termasuk ke dalam golongan hewan berdarah dingin. Saat suhulingkungannya menurun, suhu tubuh serangga juga ikut menurun yang menyebabkan proses fisiologis menjadi rendah. Namun demikian, kita kenal berbagai jenis serangga dapat tahan hidup pada suhu rendah (dingin), walaupun hanya untuk periode tertentu saja. Hal ini dikarenakan serangga mampu menyimpan senyawa gliserol dalam jaringan tubuhnya. Senyawa kimia tersebut seringkali digunakan sebagai senyawa tambahan dalam air

radiator kendaraan, khususnya di negara empat musim, untuk mencegah membekunya air pada radiator selama musim dingin.

Dalam hal kemampuan melakukan reproduksi, serangga merupakan hewan yang sangat menakjubkan. Beberapa hal unik pada kemampuan reproduksi dari serangga (berbeda untuk setiap jenis) adalah:

1. Jumlah telur fertil yang diletakkan oleh setiap betina bervariasi dari satu hingga ribuan.
2. Lama waktu satu generasi bervariasi dari beberapa hari hingga tahunan. Bila alam tidak melakukan mekanisme untuk mengedalikan jumlah serangga, maka serangga dapat menutupi seluruh permukaan bumi. Sebagai contoh, pada kondisi yang ideal, lalat buah (*Drosophila*) dapat menghasilkan 25 generasi setiap tahun. Apabila setiap betina dapat menghasilkan sampai 100 telur, dengan nisbah kelamin 50 : 50, maka dari satu pasang lalat ini (tanpa memperhitungkan mortalitas), akan dihasilkan 100 individu generasi kedua, 5000 generasi ketiga, demikian seterusnya. Sehingga pada generasi ke 25 (setelah satu tahun), akan dihasilkan sekitar $1,92 \times 10^{41}$ individu lalat.
3. Perbandingan individu betina pada setiap generasi untuk menghasilkan keturunan betina kembali pada generasi berikutnya dapat dikendalikan, bahkan ada serangga yang mampu menghasilkan keturunan 100% betina (contoh: lebah madu).
4. Beberapa jenis serangga dari kelompok tawon dapat menghasilkan 18-60 individu dari satu telur. Hal ini merupakan suatu keunikan tersendiri karena pada hewan lain, umumnya satu telur yang fertil akan berkembang menjadi satu individu. Pada manusia dan beberapa jenis hewan, kadangkala dapat terjadi peristiwa kelahiran kembar dua, atau tiga, bahkan empat.,
5. Pada beberapa jenis dari ordo Coleoptera atau bangsa kumbang (*Micromalthus*, *Phengodes*, *Thylodrias*), dapat terjadi proses reproduksi yang disebut **paedogenesis**, yaitu reproduksi yang dilakukan oleh larva.

Secara alamiah (tergantung pada jenisnya), siklus hidup serangga bervariasi, dari yang sederhana hingga yang mengalami perkembangan kompleks. Perkembangan serangga melibatkan perubahan bentuk yang dikenal dengan istilah **stadium**. Seluruh proses perubahan tersebut dikenal sebagai proses **metamorfosis**. Stadium terdiri dari telur, larva, pupa/nympha, dan dewasa. Setiap stadium memiliki makanan dan habitat yang berbeda. Contoh yang paling nyata adalah perkembangan kupu-kupu. Pada kupu-kupu, telur menetas dan berubah bentuk menjadi "ulat" atau larva, yang berbentuk seperti cacing. Ulat tersebut akan selalu makan dan bertambah ukurannya sehingga secara periodik berganti kulit untuk menyesuaikan dengan ukuran tubuhnya. Pada masa akhir pertumbuhannya, ukuran ulat ini dapat membesar hingga 100 kali. Selanjutnya ulat ini berubah menjadi bentuk "kepompong" atau **pupa** yang dilapisi kokon. Pada stadium ini, ulat akan menghasilkan sejenis senyawa yang menghancurkan tubuhnya sebagai bahan dasar untuk membentuk organ-organ serangga dewasa. Dari kepompong, pupa akan menetas menjadi kupu-kupu dewasa. Pada stadium dewasa, ukuran tubuh serangga tidak akan bertambah lagi. Hal ini berlaku tidak hanya pada kupu-kupu akan tetapi pada seluruh serangga.

Serangga memiliki variasi makanan dan cara makan yang berbeda antar jenis. Kebanyakan serangga memakan tumbuhan atau disebut **phytophagus** atau **herbivor**. Hampir seluruh bagian tumbuhan (akar, batang, daun) dapat dimakan oleh berbagai jenis serangga. Ribuan serangga juga dapat memakan hewan lain atau **karnivor** atau **predator**. Beberapa serangga dapat memangsa serangga jenis lainnya, disebut serangga predator, atau hidup sebagai parasit pada serangga lainnya, yang dikenal sebagai **parasitoid**. Banyak serangga memakan darah hewan vertebrata, seperti nyamuk, kutu, dan tungau.

Dalam hal mempertahankan diri terhadap musuh alaminya, serangga memiliki cara yang sangat menarik dan efektif. Banyak serangga dapat mengelabui musuhnya dengan berpura-pura mati, yaitu dengan menjatuhkan diri dan tidak bergerak atau membentuk posisi tertentu sehingga terlihat mati. Ada juga serangga yang merubah warna tubuh maupun sayapnya, mengeluarkan senyawa kimia sebagai alat pertahanan yang menimbulkan bau tidak sedap atau

beracun bagi musuhnya. Salah satu alat pertahanan serangga yang paling dikenal adalah **sengatan** yang terdapat pada lebah, tawon, dan beberapa jenis semut. Organ ini biasanya merupakan modifikasi dari alat **ovipositor** yang berguna bagi serangga betina untuk meletakkan telurnya. Organ ini terletak di bagian **posterior** pada ujung perut.

Serangga juga memiliki kemampuan untuk berkomunikasi. Pada umumnya, serangga memiliki sistem atau cara berkomunikasi menggunakan senyawa kimia yang dikenal dengan nama feromon. Setiap feromon memiliki perbedaan pada fungsi, antara lain untuk mengenali lawan jenisnya (**feromon seksual**), untuk mengenali jenis dari populasi lain atau kelompoknya (**feromon jejak**), sebagai feromon tanda bahaya dan lainnya. Selain feromon, serangga juga dapat berkomunikasi dengan bantuan suara dan cahaya.

Hubungan serangga dan manusia di Indonesia

Dari sekitar 5-10 juta jenis serangga yang diperkirakan hidup di muka bumi, mungkin tidak sampai 1% darinya berinteraksi secara langsung maupun tidak langsung dengan manusia. Manusia mendapatkan keuntungan secara langsung maupun tidak langsung dengan keberadaan serangga. Tanpa adanya serangga, kelangsungan kehidupan manusia tidak dapat terjadi. Contoh paling nyata adalah penyerbukan. Albert Einstein pernah berkata bahwa “manusia tidak dapat bertahan hidup lebih dari satu bulan bila tidak ada serangga-serangga yang menyerbuki tumbuhan”. Pernyataan Einstein ini ada benarnya, karena serangga membantu penyerbukan lebih dari 67% dari total tumbuhan berbunga yang ada (Kearns & Inouye, 1997), dan menghasilkan lebih dari 80% produk makanan yang dikonsumsi oleh manusia.

Serangga juga menghasilkan produk-produk yang langsung dimanfaatkan manusia seperti madu, lak, sutera, dan bahan pencelup. Banyak jenis serangga merupakan parasitoid atau predator, yang secara alamiah mengendalikan serangga hama dan tanaman pengganggu (gulma). Selain itu banyak juga serangga yang berperan besar dalam membantu proses pelapukan dan dekomposisi.

Beberapa jenis serangga banyak digunakan oleh para peneliti dalam mempelajari dan menyelesaikan berbagai permasalahan dalam bidang genetika, evolusi, sosiologi, ekologi, polusi, dan kedokteran. Karena bentuk dan warnanya, beberapa jenis serangga juga digunakan sebagai sumber inspirasi oleh para seniman, perancang busana, selain menjadi barang koleksi.

Di lain pihak, diperkirakan sekitar 10.000 serangga dapat dikategorikan sebagai serangga pengganggu. Kategori tersebut muncul, karena serangga berkompetisi dengan manusia untuk memperoleh makanan. Kadangkala dalam proses ini serangga mengkonsumsi berbagai jenis tanaman yang bernilai ekonomis bagi manusia, selain sebagai perantara (vektor) bagi berbagai penyakit tanaman (diperkirakan 12% dari hasil makanan, kayu, dan serat alam rusak oleh serangan serangga). Serangga juga menyerang kepentingan manusia lainnya, termasuk rumah, pakaian, makanan yang disimpan di gudang, dan diperkirakan 20% produk yang disimpan di gudang rusak oleh serangga dengan total kerugian diperkirakan sebesar 31 milyar dollar dan 9 milyarnya dihabiskan untuk konsumsi insektisida. Beberapa serangga juga menyerang hewan ternak dan menjadi vektor berbagai penyakit berbahaya bagi manusia maupun hewan ternak peliharaan. Karena manusia memiliki kecenderungan untuk mengingat segala sesuatu yang merugikan, maka seringkali peran positif dari serangga terlupakan.

Serangga Berguna

Untuk menghitung dampak positif serangga terhadap kehidupan manusia dalam bentuk “rupiah” sangatlah sukar. Dalam peranannya sebagai sebagai agensi pengendali hama dan gulma serta sebagai obyek dalam bidang penelitian, nilai serangga sangat sulit untuk di “rupiah”kan.

1. Serangga Penyerbuk

Terdapat dua kelompok besar tumbuhan, yaitu tumbuhan tak berbunga

(Gymnospermae) dan tumbuhan berbunga (Angiospermae). Di antara kedua kelompok tumbuhan ini, tumbuhan berbunga merupakan kelompok yang paling dominan. Diyakini, dominansi tumbuhan berbunga ini merupakan hasil dari proses penyerbukan (polinasi) yang dikembangkan oleh kelompok tumbuhan ini. Inti dari proses penyerbukan adalah transfer serbuk, yang merupakan sel-sel genitalia jantan, dari stamen ke stigma (putik). Dari stigma, serbuk sari akan turun ke bagian bawah dimana terdapat sel-sel genitalia betina. Peristiwa tersebut berlangsung pada hampir seluruh tanaman sebelum bunga menjadi buah dan biji. Dalam perkembangan biji, jaringan-jaringan di sekitar biji berkembang menjadi daging buah yang merupakan sumber makanan bagi biji.

Beberapa tanaman bergantung pada satu jenis atau satu tipe serangga polinator, sedangkan tanaman lainnya bergantung pada beberapa jenis serangga polinator lain (Gambar 1.3). Beberapa tanaman dapat melakukan polinasi dengan pertolongan angin, seperti jagung, gandum, beberapa jenis rumput, dan pepohonan dari pinus (Konifera). Banyak jenis tanaman lain yang sangat bergantung pada serangga sebagai pollinator (Kearns & Inouye, 1997), misalnya tanaman buah-buahan (apel, jeruk, melon, dsb) tanaman sayuran (kubis, bawang, wortel, mentimun, dsb.), dan tanaman industri (tembakau, cengkeh, kelapa sawit, dsb.). Dalam hubungannya dengan proses penyerbukan, di Amerika Serikat pernah diprediksi bahwa setiap tahun sumbangan serangga penyerbuk dapat mencapai 19 milyar US\$, dalam bentuk produk komersial mencapai 300 juta US\$.



Gambar 3. Contoh serangga-serangga yang berperan besar dalam proses penyerbukan tanaman

Sumber gambar

<http://www.auseco.com.au/?action=document.view&id=237&>

<http://www.surfbirds.com/blogs/mbalame/pollen20070618sm53.JPG>

http://www.bbsrc.ac.uk/web/multimediafiles/091001_honeybee3.jpg

<http://livingprairie.ca/livinglandscape/hikes/images/pollination.jpg>

Salah satu perkebunan yang membutuhkan peran penting dari serangga penyerbuk adalah perkebunan kelapa sawit dengan kumbang *Elaidobius kamerunicus* sebagai agen penyerbuk utama bagi kelapa sawit. Sebelum tahun 1980an serangga ini diabaikan sehingga total jumlah buah yang dihasilkan per tandan bunga kurang dari 20% dari total bunga. Aplikasi serangga yang berasal dari Kamerun pada perkebunan kelapa sawit di Indonesia dan Malaysia menjadi faktor penentu peningkatan produksi kelapa sawit sehingga dua negara ini menjadi produser utama kelapa sawit di dunia.

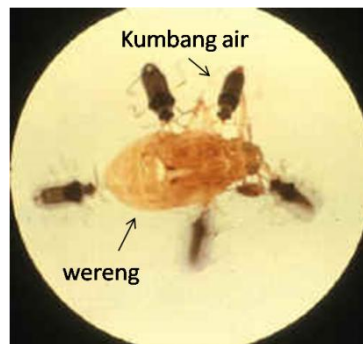
Lebah merupakan salah satu serangga polinator yang banyak melakukan polinasi pada tanaman, misal lebah madu (*Apis mellifera*) adalah jenis penyerbuk yang sangat penting, karena banyak jenis tanaman memerlukan serangga ini. Beberapa jenis tawon (wasp), beberapa jenis ngengat serta lalat dapat pula berperan sebagai serangga polinator.

2. Serangga Entomopatogen

Dari penjelasan di atas, sudah diketahui bahwa serangga memiliki

kemampuan reproduksi yang tinggi sehingga berpotensi untuk menutupi seluruh permukaan bumi. Akan tetapi kita tidak pernah menemukan hal tersebut karena alam memiliki mekanisme untuk menekan populasi serangga dengan menggunakan musuh alami dari serangga tersebut. Pengetahuan ini dimanfaatkan oleh manusia untuk mengendalikan serangga-serangga hama.

Pemanfaatan serangga entomopatogen untuk pengendalian hama di Indonesia sudah dilakukan. Beberapa contoh adalah (1) penggunaan kumbang dari Famili *Cochinelidae* dalam mengendalikan kutu loncat, *Aphis gossypii* pada tanaman lamtoro, (2) Nimfa dari kepinding mirid, *Cryptorhinus lividipennis* (Hemiptera: Miridae) yang digunakan untuk pengendalian populasi wereng, (3) Beberapa jenis anggang-anggang seperti (*Microvelia douglasi atrolineta* Bergroth (Hemiptera: Veliidae), *Mesovelia vittigera* Howarth (Hemiptera: Mesoveliidae), dan *Limnogonus fossarum* Fabricius (Hemiptera: Gerridae) digunakan untuk mengendalikan populasi telur, nimfa, dan dewasa dari wereng (Gambar 1.4), (4) Capung sebagai predator handal bagi semua stadia wereng, (5) Banyak jenis tabuhan (ordo Hymenoptera) dari Famili Braconidae merupakan parasitoid dari berbagai serangga hama utama pada tanaman pangan, sayur-sayuran, hortikultura, buah-buahan dan kehutanan.



Gambar 4. Kumbang air yang sedang memangsa wereng

Sumber gambar <http://www.knowledgebank.irri.org/ipm/images/stories/beneficials/image019.jpg>

Kelebihan dari penggunaan serangga berguna sebagai pengendali serangga hama adalah:

1. Dapat berkesinambungan bila serangga-serangga tersebut mampu beradaptasi dengan lingkungannya. Kesenambungan ini memberikan efek lanjutan, yaitu turunnnya biaya produksi akibat tidak ada lagi biaya untuk aplikasi insektisida.
2. Bila seluruh persyaratan dipenuhi, metoda ini aman terhadap lingkungan.
3. Dapat meningkatkan nilai jual produk pertanian, dengan tingginya perhatian konsumen terhadap masalah lingkungan dan kesehatan.

Walaupun demikian, terdapat efek negatif dari penggunaan serangga sebagai musuh alami, yaitu

1. Efek negatif terhadap hewan-hewan asli/lokal melalui kompetisi dan perkawinan silang
2. Serangga-serangga ini dapat menjadi hama,

Oleh karena itu, penggunaan serangga sebagai musuh alami perlu dikaji secara detail sebelum aplikasi.

3. *Serangga pengurai senyawa organik*

Salah satu proses penting di alam yang belum dapat dilakukan sepenuhnya oleh manusia adalah proses pembentukan tanah. Proses pembentukan tanah sendiri merupakan proses lanjutan dari proses penguraian. Proses penguraian diartikan sebagai proses penghancuran senyawa organik dari makhluk hidup yang telah mati. Pada proses ini, senyawa organik dirubah menjadi CO₂, gas-gas, air, mineral, dan energi. Dalam proses ini, serangga dan mikroba memainkan peranan penting sebagaimana dilaporkan Vossbrinck (1979) bahwa, hanya 5% dari sampah organik akan terurai bila tidak

terdapat serangga dan mikroba.

Peran serangga dalam proses dekomposisi sebagian besar dipengaruhi oleh aktivitas mereka. Banyak serangga menggunakan sampah-sampah organik sebagai sumber makanan, menggali tanah untuk membuat sarang, dan memindahkan sampah-sampah tersebut. Kegiatan serangga ini menghasilkan kotoran, meningkatkan jumlah pori-pori pada tanah yang berfungsi meningkatkan aliran udara pada tanah, meningkatkan daya tampung air, dan menyediakan habitat untuk sebagai tumbuh bagi jamur dan bakteri. Sehingga dapat dikatakan bahwa peran serangga pengurai sangat penting dalam menjaga kestabilan biologi di alam.

4. Serangga sebagai makanan manusia

Di banyak daerah di dunia, serangga (seperti belalang, larva kumbang, ulat, larva semut, tawon dan lebah, rayap, dan berbagai serangga air) secara tradisi memainkan peran penting sebagai makanan manusia (DeFoliart, 1992, 1999). Beberapa contoh dari bangsa yang memanfaatkan serangga sebagai makanan antara lain adalah (1) suku aborigin yang mengkonsumsi ngengat bogong (*Agrotis infusa*) dalam jumlah besar antara bulan Desember sampai Februari (Flood, 1980), (2) pada beberapa Negara di Afrika (Botswana, Afrika Selatan, Zaire, dan Zimbabwe) terdapat pasar yang cukup besar untuk ulat mopanie (*Gonimbrasia bellina*) yang dapat mengalahkan penjualan sapi pada saat musimnya (Ruddle, 1973) (3) serangga juga banyak dikonsumsi oleh banyak penduduk di berbagai negara di Asia, (4) di Meksiko, "gusanos de maguey" adalah sejenis ulat daun pohon "maguey" (*Aegiale hesperiaris*) yang banyak dijual segar di pasar. Pengolahannya digoreng sebelum dimakan bahkan ada yang dijual dalam kaleng (Dunkel, 1996), dan (5) di Indonesia banyak penduduk di beberapa daerah pulau Jawa gemar memakan "laron" yaitu serangga dewasa dari rayap yang banyak terbang pada malam hari di saat hujan selalu mendekati arah cahaya. Adapula penduduk yang memakan ulat jati. Di daerah Gunung Kidul, masyarakat mengkonsumsi belalang yang digoreng.

Banyak para peneliti telah melakukan berbagai upaya untuk meningkatkan popularitas dari serangga sebagai sumber makanan pengganti karena dibandingkan dengan hewan ternak pedaging umumnya, serangga memiliki efisiensi tinggi dalam mengkonsumsi tumbuhan menjadi daging yang memiliki nilai nutrisi tinggi (Tabel 1 dan 2). Akan tetapi usaha ini tidak berhasil seiring meningkatkan pengaruh barat pada daerah-daerah miskin sehingga mengubah pola makan dari masyarakat setempat. Hal ini selanjutnya dapat memunculkan konsumsi serangga yang dapat selanjutnya mungkin dapat menimbulkan masalah nutrisi (DeFoliart, 1999) selain perubahan fungsi lahan dengan penambahan jumlah lahan yang digunakan untuk peternakan bagi pemenuhan kebutuhan protein.

Tabel 1. Kandungan nutrisi pada serangga-serangga yang umum dikonsumsi oleh masyarakat Afrika per 100 gram

	Energi (Kcal)	Protein (g)	Iron (mg)	Thiamine (mg)	Riboflavin (mg)	Niacin
Rayap (<i>Macrotermes subhyalinus</i>)	613	14.2	0.75	0.13	1.15	0.95
Ulat (<i>Uzata terpsichore</i>)	370	28.2	35.5	3.67	1.91	5.2
Kumbang (<i>Rhynchophorus phoenicis</i>)	562	6.7	13.1	3.02	2.24	7.8
Sapi (<i>Lean ground</i>)	219	27.4	3.5	0.09	0.23	6
Fish (<i>Broiled cod</i>)	170	28.5	1	0.08	0.11	3

Tabel 2. Kandungan nutrisi dari serangga-serangga yang umum ditemukan

Insect	Protein	Lemak	Karbohidrat	Calcium	Iron
--------	---------	-------	-------------	---------	------

	(g)	(g)		(mg)	(mg)
Kumbang air	19.8	8.3	2.1	43.5	13.6
Semut merah	13.9	3.5	2.9	47.8	5.7
Pupa Ulat Sutera	9.6	5.6	2.3	41.7	1.8
Kumbang kotoran	17.2	4.3	0.2	30.9	7.7
Jangkrik	12.9	5.5	5.1	75.8	9.5
Belalang kecil	20.6	6.1	3.9	35.2	5
Belalang besar	14.3	3.3	2.2	27.5	3

5. *Serangga sebagai obyek penelitian*

Banyak jenis serangga digunakan sebagai obyek penelitian yang menghasilkan penemuan-penemuan penting, tidak hanya di bidang Biologi seperti genetika, fisiologi, ekologi, dan evolusi, tetapi juga di bidang lain seperti kedokteran, forensik, dan robot. Sifat-sifat biologi dari serangga memudahkan para peneliti menggunakan serangga sebagai obyek penelitiannya.

6. *Serangga sebagai seni dan hobi*

Banyak jenis kupu-kupu, kumbang, dan serangga lainnya merupakan bahan koleksi bagi para pencinta serangga. Motif warna yang ada pada berbagai serangga, seringkali dijadikan bahan inspirasi bagi para pencipta model pakaian perhiasan (Gambar 5).



Gambar 5. Beberapa contoh karya seni yang diinspirasi oleh serangga
Sumber gambar

<http://www.johncoulthart.com/feuilleton/2008/09/23/kelly-mccallums-insect-art/>
<http://digitalart.org/art/56636/fantasy/concept-art-for-insect-race/>
http://files.vector-images.com/cd_samples/animalflames_insects.gif

5. *Produk komersial yang dihasilkan serangga*

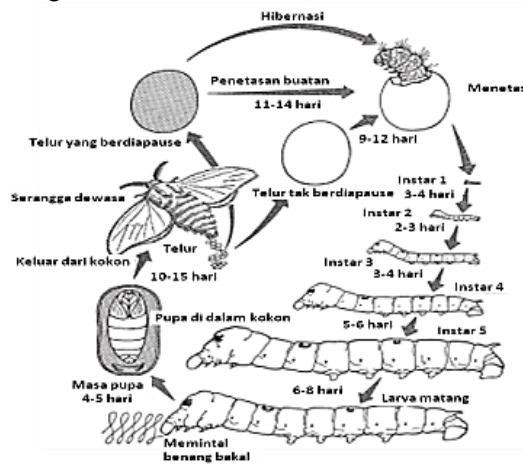
Madu, Lilin, dan Serbuk Sari

Madu merupakan salah satu produk yang dihasilkan oleh lebah madu dan menjadi salah satu industri tertua di muka bumi ini. Lebah madu sendiri berasal dari Afrika, sebagian besar Eropa (kecuali Eropa Utara), dan Asia Barat. Pemeliharaan lebah madu dilakukan pertama kali oleh bangsa Mesir kuno. Pada tahun 2001, diperkirakan total produksi madu dunia adalah 1,25 juta ton dengan nilai mencapai 4 milyar dollar. Penghasil madu terbesar di dunia adalah China, disusul oleh Rusia, dan Amerika Serikat di peringkat ketiga.

Selain madu, lebah juga menghasilkan lilin dan polen. Tingkat produksi lilin lebah adalah 1 kg untuk setiap 50 sampai 100 kg madu dan harga dari produk ini dapat mencapai 3 kali harga madu. Lilin lebah banyak digunakan untuk industri lilin, lem, beberapa jenis tinta, dan kosmetik. Sementara itu, polen yang dihasilkan juga merupakan produk yang bernilai ekonomi tinggi (diperkirakan bernilai 10 juta dollar per tahun). Polen tidak hanya digunakan sebagai makanan tambahan dalam pemeliharaan koloni lebah madu, akan tetapi juga digunakan dalam industri suplemen makanan. Selain itu, lebah juga menghasilkan propolis (lem lebah), racun (digunakan untuk terapi alergi sengat lebah), dan royal jelly yang ditambahkan pada beberapa suplemen makanan.

Sutera

Sutera merupakan salah satu produk ekonomi penting dunia selama 4700 tahun. Sutera berasal dari Cina Kuno dan merupakan benang yang menyelimuti pupa ulat sutera (*Bombyx mori*)(dikenal sebagai kokon, Gambar 6).



Gambar 6. Siklus hidup ulat sutera (*Bombyx mori*)

Pada awalnya, Cina menjaga rahasia produksi sutera selama kurang lebih 3000 tahun, sampai rahasia tersebut berhasil diseludupkan ke Jepang pada tahun 300 Masehi, India pada tahun 400 Masehi, dan mencapai Eropa (Spanyol) pada tahun 800 Masehi. Pada tahun 1998, diperkirakan jumlah total produksi sutera dunia mencapai 72.000 ton (Feltwell, 1990). Tingginya nilai sutera disebabkan karena kain sutera ini memiliki beberapa kelebihan, antara lain memunculkan kesan mewah, ringan, tahan lama, dan sangat kuat (diyakini sehelai sutera memiliki kekuatan lebih tinggi daripada sehelai baja)

Lak

Lak dapat diproduksi dari hasil sekresi suatu serangga *Laccifer lacca*. Serangga tersebut hidup di daun ara yang banyak ditemukan di India, Burma, Taiwan, Sri Lanka, Filipina. Dari ranting pohon yang terdapat serangga ini dikoleksi "bakal lak", dilarutkan, kemudian dikeringkan untuk kemudian diproses di pabrik untuk dijadikan lak.

Serangga Merugikan

Seiring perkembangan peradaban manusia, serangga telah menyerang manusia, bersaing dengan manusia untuk makanan dan sumber daya alam yang lain, serta bertindak sebagai vektor penyakit bagi hewan ternak dan manusia. Pada awalnya efek dari serangga-serangga merugikan ini tidak terlalu besar. Akan tetapi dengan perkembangan dan pergerakan populasi manusia menyebabkan pengaruh dari serangga-serangga vektor penyakit menjadi semakin nyata. Pertanian dalam skala besar dan sistem tanam monokultur menyebabkan ledakan serangga hama dan penyakit tanaman yang ditularkan oleh serangga. Masalah ini semakin kompleks dengan peningkatan mobilitas manusia.

1. Serangga sebagai Hama Tanaman

Hampir seluruh tanaman yang dibudidayakan manusia juga dikonsumsi oleh serangga. Serangga-serangga tersebut dikelompokkan menjadi serangga herbivor atau serangga phytophagus. Kerusakan yang ditimbulkan oleh serangga dalam bentuk serangan yang dilakukan oleh serangga dewasa maupun larva. Secara tidak langsung serangga juga dapat berperan sebagai vektor bagi banyak penyakit tanaman. Tingkat kerusakan akibat serangan serangga tersebut dapat berupa penurunan hasil produksi sampai kematian dari tanaman tersebut.

Kerusakan tanaman oleh serangga dapat pula menyebabkan masuknya organisme patogen lain ke dalam tanaman. Telah diketahui terdapat sekitar 200 penyakit tanaman yang disebarkan oleh serangga vektor. Tiga cara penyakit tanaman masuk ke dalam tanaman (Tabel 1.3), yaitu:

1. Patogen secara tidak sengaja masuk melalui lubang bekas masuknya telur atau bekas gigitan serangga pada jaringan tanaman. Berbagai jenis cendawan dan bakteri yang menyebabkan penyakit, dapat turut masuk ke jaringan tanaman.
2. Patogen dapat ditransmisikan pada atau di dalam tubuh serangga, dari satu tanaman ke tanaman lainnya. Lalat lebah (family Syrphidae) tidak sengaja mengambil spora patogen tanaman yang berada di udara dan menyebarkannya ke tanaman lainnya.
3. Patogen dapat berada dalam tubuh serangga, baik dalam waktu singkat (nonpersisten atau semipersisten) atau dalam waktu lama (persisten atau sirkulatif). Serangga menginokulasikan ke dalam tanaman pada saat menghisap cairan tanaman.

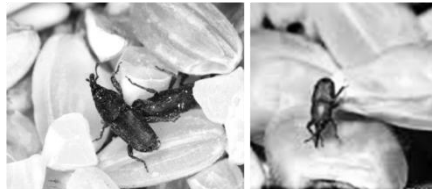
Tabel 1.3 Contoh penyakit tanaman yang ditularkan oleh serangga (Gillot, 1995)

	Penyakit	Inang	Vektor	Distribusi
Virus	<i>Alfalfa mosaic</i>	Alfalfa, tembakau, kentang, buncis, kacang polong	Kutu daun antara lain <i>Acyrtosiphon primulae</i> , <i>Acyrtosiphon solani</i> , <i>Aphis craccivora</i> , <i>Aphis fabae</i> , <i>Aphis gossypii</i> , <i>Macrosiphum euphorbiae</i> , <i>Macrosiphum pisi</i> , <i>Myzus ornatus</i> , <i>Myzus persicae</i> , <i>Myzus violae</i>	Seluruh dunia
	<i>Bean common mosaic</i>	Buncis	Kutu daun antara lain <i>Aphis rumicis</i> , <i>Macrosiphum pisi</i> , <i>Macrosiphum gei</i>	Seluruh dunia
	<i>Beet yellows</i>	Bayam, sugarbeet	Kutu daun antara lain <i>Aphis fabae</i> , <i>Myzus persicae</i>	Dimana pun terdapat tanaman sugarbeet
	<i>Dahlia mosaic</i>	Dahlia	Kutu daun antara lain <i>Myzus persicae</i> , <i>Aphis fabae</i> , <i>Aphis gossypii</i> , <i>Macrosiphum gei</i> , <i>Myzus convolvuli</i>	Dimana pun terdapat tanaman dahlia
	<i>Lettuce mosaic</i>	Selada, kacang polong manis, kacang polong hijau, aster	Kutu daun antara lain <i>Myzus persicae</i> , <i>Aphis gossypii</i> , <i>Macrosiphum euphorbiae</i>	Eropa, Asia, Amerika Serikat, Selandia Baru
	<i>Pea mosaic</i>	Kacang polong	Kutu daun antara lain <i>Acyrtosiphon pisi</i> , <i>Myzus persicae</i> , <i>Aphis fabae</i> , <i>Aphis rumicis</i>	Eropa, Amerika Serikat, Selandia Baru, Australia, Jepang, Asia
	<i>Soybean mosaic</i>	Kedelai	Kutu daun terutama <i>Myzus persicae</i> , <i>Macrosiphum pisi</i>	Dimana pun terdapat tanaman kedelai
	<i>Sugarcane mosaic</i>	Gula tebu, jagung, sorghum, dan rumput liar	Beberapa kutu daun antara lain <i>Rhopalosiphum maidis</i> , <i>Aphis gossypii</i> , <i>Schizaphis graminum</i> , <i>Myzus persicae</i>	Dimana pun terdapat tanaman gula tebu
	<i>Tomato spotted wilt</i>	Tomat, tembakau, dahlia, nanas	Thrips: <i>Thrips tabaci</i> , <i>Frankliniella schultzei</i> , <i>Frankliniella fusca</i> , <i>Frankliniella occidentalis</i>	Afrika, Asia, Australia, Eropa, Amerika Utara dan Amerika Latin

Mycoplasma	<i>Aster yellows</i>	Aster, seledri, wortel, waluh, timun, gandum, barley	Hemiptera (leafhopper) seperti <i>Gyponana hasta</i> , <i>Scaphytopius acutus</i> , <i>Scaphytopius irroratus</i> , <i>Macrostes fascifrons</i> , <i>Paraphlepsius apertinus</i> , <i>Texanana</i> spp.	Seluruh dunia
Cendawan	<i>Ergot</i>	Tanaman cereal dan rumput	Sekitar 40 jenis serangga dari kelompok lalat, kumbang, dan kutu daun	Seluruh dunia

2. Serangga Hama Gudang

Setelah tanaman dipanen dalam jumlah banyak dan dikembangkan menjadi berbagai tipe produk, produk ini selanjutnya disimpan di gudang. Di gudang, produk-produk tidak luput dari serangan serangga hama, terutama kumbang (dewasa dan larva) dan Lepidoptera (hanya dewasa). Produk-produk yang sering diserang oleh serangga ini adalah makanan pokok dan produk turunannya, buncis, kacang, kacang polong, buah, daging, produk harian, kulit dan produk yang berasal dari wol (Hodges & Surendro, 1996). Selain itu, produk-produk yang berasal dari kayu sering kali diserang oleh rayap atau semut. Di Indonesia, hama gudang yang ditemukan antara lain *Sitophilus oryzae* dan *Sitophilus zeamays* yang mengkonsumsi beras dan jagung (Gambar 6).



Gambar 6. *Sitophilus oryzae* (kiri) dan *Sitophilus zeamays* (kanan) yang menyerang beras dan jagung yang disimpan di gudang

Sumber gambar

<http://www.forestryimages.org/images/768x512/5389311.jpg>

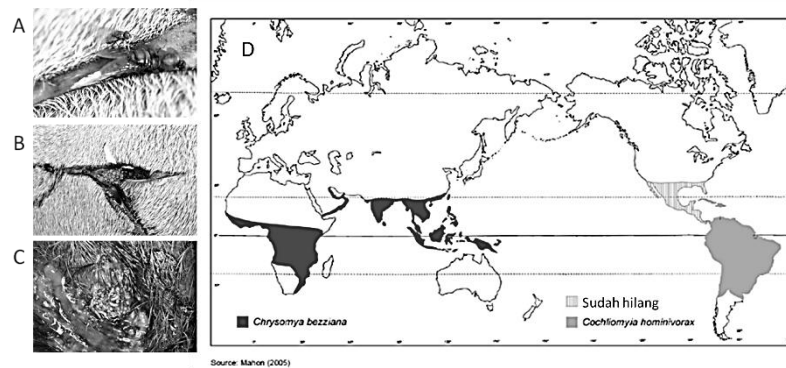
<http://www.ipmimages.org/browse/autthumb.cfm?aut=2641&Area=72>

3. Serangga yang menyerang hewan ternak

Serangga seringkali menginjeksikan senyawa kimia beracun (toksin) ke dalam tubuh hewan ternak. Toksin tersebut dapat menyebabkan iritasi, bengkak/bentol, pusing hingga paralisis. Pada umumnya serangga dapat menyerang hewan ternak dengan empat cara, yaitu:

- 1) serangga dapat langsung mengganggu,
- 2) serangga dapat menginjeksikan racun ("bisa") dengan gigitan atau tusukannya,
- 3) serangga hidup pada manusia atau hewan ternak sebagai parasit,
- 4) serangga dapat bertindak sebagai agensia vektor penyakit.

Pada ternak, serangga juga dapat hidup sebagai parasit sehingga menyebabkan iritasi. Kerusakan jaringan tubuh dapat menyebabkan kematian. Beberapa serangga juga dapat menjadi parasit ganda, seperti pada berbagai jenis kutu/tungau sebagai **ektoparasit** pada mamalia dan burung, dengan memakan bulu, rambut, dan kulit bagian luar tubuh lainnya. Selain itu, terdapat juga lalat Tabanidae yang dikenal dengan nama "screw worm fly" yang dapat "mengebor" kulit hewan ternak (seperti sapi, kuda bahkan ayam) untuk meletakkan telurnya, kemudian telur berkembang menjadi larva di dalam tubuh hewan dan memakan jaringan tubuh hewan tersebut untuk perkembangan hidupnya (Gambar 7).



Gambar 7. (A) Lalat “screwworm” meletakkan telur pada luka yang terdapat pada hewan peliharaan, (B) Telur lalat yang terkumpul pada luka, (C) Larva dari lalat yang tinggal dan memakan jaringan mati pada luka, (D) Sebaran dari lalat “screwworm” di dunia yang terdiri dari dua kelompok jenis besar yaitu *Chrysomya bezziana* (yang terdapat pada Asia dan Afrika) dan *Cochliomyia hominivorax* (yang terdapat pada Amerika Selatan).

Sumber gambar

<http://www.animalhealthaustralia.com.au/programs/drm/swf/about-screw-worm-fly.cfm>

4. Serangga sebagai Vektor Penyakit pada Manusia

Serangga berperan sebagai agen yang menularkan penyakit ke manusia atau dikenal juga dengan istilah **vektor**. Serangga-serangga ini selanjutnya dapat dikelompokkan menjadi dua macam vektor, yaitu vektor mekanik dan vektor biologis. Pada vektor mekanik, serangga hanya berperan sebagai “pembawa” patogen ke sumber-sumber daya (umumnya makanan atau minuman) yang dikonsumsi oleh manusia. Contoh serangga yang berperan sebagai vektor mekanik adalah lalat yang membantu penyebaran patogen penyebab tipus, kolera, dan disentri.

Serangga yang tergolong sebagai vektor biologis adalah serangga yang membawa organism patogen dan organisme tersebut menghabiskan sebagian masa hidupnya pada tubuh serangga tersebut. Serangga vektor biologis ini merupakan vektor penyakit yang sangat ditakuti, karena menularkan beberapa penyakit manusia (contoh penyakit yang disebarkan oleh vektor biologis terdapat pada Tabel 1.4). Diantara penyakit-penyakit tersebut terdapat penyakit yang memberikan efek besar pada peradaban manusia seperti:

Tabel 1.4 Contoh serangga yang berperan sebagai vektor penyakit bagi manusia dan hewan ternak (Ben-Dov & Hodgson, 1994; Gillot, 1995)

Serangga vektor	Patogen	Penyakit	Inang	Distribusi
Anoplura				
<i>Pediculus humanus</i>	<i>Rickettsia prowazekii</i>	Tipus	Manusia, tikus	Seluruh dunia
Diptera				
<i>Phlebotomus</i> spp.	<i>Leishmania donovani</i>	Demam Dumdum	Manusia	Mediterania, Asia, Amerika Latin
	<i>Leishmania tropica</i>	<i>Oriental sore</i>	Manusia	Afrika, Asia, Amerika Latin
	<i>Plasmodium vivax</i>	Malaria	Manusia	
<i>Anopheles</i> spp.	<i>Plasmodium malariae</i>	Malaria	Manusia	Seluruh dunia terutama pada daerah tropis, sub tropis, dan temperata
	<i>Plasmodium falciparum</i>	Malaria	Manusia	
	(virus)	Sakit kuning	Manusia, monyet, tikus	
<i>Aedes</i> spp.	(virus)	Dengue	Manusia	Daerah tropis di benua Amerika, Afrika, dan Asia
	(virus)	Dengue	Manusia	Daerah tropis dan subtropis di seluruh dunia

	(virus)	Encephalitis	Manusia	Amerika Utara, Amerika Latin, Eropa, Asia
	<i>Wuchereria bancrofti</i>	Filariasis	Manusia	Daerah tropis dan subtropis di seluruh dunia
	(virus)	Dengue	Manusia	Daerah tropis dan subtropis di seluruh dunia
<i>Culex</i> spp.	(virus)	Encephalitis	Manusia	Amerika Utara, Amerika Latin, Eropa, Asia
	<i>Wuchereria bancrofti</i>	Filariasis	Manusia	Daerah tropis dan subtropis di seluruh dunia
<i>Tabanus</i> spp.	<i>Bacillus anthracis</i>	Anthrax	Manusia dan hewan lain	Seluruh dunia
Siphonaptera				
<i>Xenopsylla cheopsis</i>	<i>Pasteurella pestis</i>	Wabah Bubonic (Black Death)	Manusia, tikus	Seluruh dunia
	<i>Hymenolepis diminuta</i>	Cacing pita	Manusia	Seluruh dunia
<i>Xenopsylla</i> spp.	<i>Rickettsia typhi</i>	Tipus	Manusia, tikus	Seluruh dunia
	<i>Pasteurella pestis</i>	Wabah Bubonic (Black Death)	Manusia, tikus	Seluruh dunia
<i>Nosopsyllus fasciatus</i>	<i>Rickettsia typhi</i>	Tipus	Manusia, tikus	Seluruh dunia
	<i>Hymenolepis diminuta</i>	Cacing pita	Manusia	Seluruh dunia
<i>Ctenocephalides canis</i>	<i>Dipylidium caninum</i>	Cacing pita	Manusia, anjing, kucing	Seluruh dunia

Tantangan pada Masa MEA

Pada masa MEA, batas antar negara ASEAN hampir dikatakan tidak terdapat lagi. Pada kondisi ini lalu lintas perdagangan antara negara semakin tinggi sehingga terjadi pertukaran komoditas dan manusia semakin tinggi. Kondisi ini memberikan beberapa dampak bagi Indonesia, seperti:

1. Peningkatan kemungkinan penyebaran hama dan penyakit tanaman dan kemungkinan perubahan pada pola budidaya.
Secara ekologis, penyebaran makhluk hidup ditentukan oleh faktor lingkungan dan kecepatan penyebaran tersebut ditentukan oleh keberadaan penghalang. Pada saat penghalang tersebut dibuka, maka terjadi peningkatan laju penyebaran dari suatu organisme. Saat MEA diberlakukan, maka Indonesia memiliki hak untuk mengirimkan komoditas yang dihasilkan dan saat bersamaan negara lain berhak untuk mengirimkan komoditas yang mereka hasilkan ke Indonesia. Bila melihat tingkat penyebaran produk Indonesia yang bersifat mentah, seperti produk pertanian, produk Indonesia yang dapat diterima oleh pasar Internasional sangat sedikit bila dibandingkan dengan produk dari beberapa negara tetangga Indonesia seperti Thailand, Malaysia, dan Vietnam. Faktor-faktor yang menyebabkan penolakan tersebut antara lain:
 - a. Produk tersebut tercemar oleh serangga sebagai contoh telur lalat buah dan larva lalat (kasus pada jamur kancing). Banyak negara melakukan praktek karantina yang ketat terhadap infestasi dari lalat buah. Pemberlakuan MEA, membuka peluang buah-buah khas Indonesia untuk memasuki pasar ASEAN, setidaknya, akan tetapi perlu dikembangkan metoda untuk mengatasi infestasi dari lalat buah yang sangat luas di

Indonesia. Peran besar para peneliti dari level mahasiswa sangat diperlukan untuk mendapatkan data dasar dan inovasi teknologi untuk mengatasi hal ini, sesuatu yang Indonesia sangat jauh tertinggal dibandingkan negara tetangga. Dari sisi lain, Indonesia terancam dengan infestasi hama dari negara lain yang masuk melalui produk yang dikirimkan ke Indonesia. Wereng Coklat, Wereng Hijau, dan Eceng Gondok merupakan salah satu contoh klasik dari infestasi hama yang berasal dari luar Indonesia. Pengetahuan mengenai hama dan penyakit yang relatif rendah pada imigrasi Indonesia memberikan peluang bagi para ahli-ahli muda baru yang berkecimpung pada dunia taksonomi dari hama dan penyakit tanaman untuk menjadi garda terdepan perlindungan dari kemungkinan infestasi hama merugikan dari luar. Pendekatan taksonomi baru dengan menggunakan pengetahuan pada bidang molekular dan genetik menunggu pemikir-pemikir muda Indonesia untuk mengaplikasikannya pada sistem perlindungan pada imigrasi Indonesia.

- b. Produk tersebut tercemar oleh insektisida. Aplikasi insektisida sendiri merupakan suatu aktivitas umum pada dunia pertanian. Akan tetapi berbeda dengan banyak negara lain, aplikasi insektisida di Indonesia seringkali dilakukan tanpa dasar dan perhitungan yang tepat (Supriyadi *et al* 2015). Kondisi ini menyebabkan tingginya residu dari senyawa kimia ini pada produk pertanian Indonesia yang menyebabkan produk ini ditolak atau dihargai dengan harga relatif rendah. Pendekatan aplikasi insektisida yang bijaksana (melalui perhitungan kebutuhan yang presisi) dan pengembangan berbagai teknik pertanian organik di Indonesia yang efisien dan hemat energi memiliki potensi untuk dikembangkan untuk menjawab tantangan serbuan dari produk-produk “sehat” dari negara tetangga.
2. Peningkatan kemungkinan penyebaran vektor penyakit manusia.
Perpindahan penduduk juga memungkinkan terjadinya perpindahan penyakit dari negara lain ke Indonesia. Kita tentu masih ingat kasus terakhir penyebaran virus Zika oleh nyamuk Aedes di Indonesia. Batas-batas geografis yang semakin tidak jelas memungkinkan virus yang berasal dari Afrika ini memasuki Indonesia. Pada saat bersamaan penyebaran penyakit dari Indonesia ke negara lain juga menjadi perhatian khusus. Kemungkinan lain yang mungkin adalah munculnya vektor-vektor penyakit baru yang dibawa oleh proses perpindahan penduduk dan barang.
3. Perubahan pada standar bagi produk-produk yang dihasilkan oleh suatu negara untuk dapat memenuhi standar bersama.
Dengan semakin tingginya pilihan produk yang dapat diperoleh di pasar dan semakin tingginya mobilitas manusia dan barang menyebabkan terbentuk standar-standar baru bagi produk-produk tersebut. Tantangan terbesar dari ini berhubungan dengan dunia pariwisata. Pariwisata sebagai sumber penghasilan potensial bagi negara dengan biodiversitas tinggi seperti Indonesia memiliki standar-standar yang berkaitan dengan kepuasan dari konsumen. Infestasi kecoak, kutu busuk, dan nyamuk, sebagai contoh pada kamar-kamar hotel atau lokasi menginap merupakan hal yang semakin tidak bisa ditolerir sehingga membutuhkan suatu upaya untuk mengendalikan populasinya. Dari sisi lain, keanekaragaman hayati yang tinggi dan tuntutan dari wisatawan dapat menghasilkan beberapa standar baru bagi pengusaha pariwisata untuk memberikan atraksi alami yang memberikan kesan besar bagi wisatawan terutama dari daerah yang tidak memiliki itu. Sebagai contoh, wisata di Raja Ampat yang menjual keanekaragaman hayati pada ekosistem terumbu karang memiliki serangkaian aturan untuk melindungi sumber daya tersebut. Hal yang sama juga dapat ditemukan pada wisata alam lainnya seperti di Tanjung Puting, dengan atraksi kunang-kunang, yang menitikberatkan pada konservasi biodiversitas. Bagi kita hal ini menjadi tantangan tersendiri untuk merancang suatu sistem konservasi biodiversitas dimana sistem tersebut memungkinkan untuk dieksploitasi dengan memanfaatkan fungsinya.
4. Perhatian yang semakin tinggi pada masalah lingkungan sebagai salah satu upaya untuk melindungi sumber daya.

Era MEA berarti juga peningkatan aliran penanaman modal dari negara ASEAN ke Indonesia. Pada proses penanaman modal ini efek dari aktivitas ekonomi terhadap kondisi biodiversitas lokal menjadi satu hal penting. Contoh dari hal ini dapat dilihat dari industri pertambangan yang melakukan eksploitasi bahan tambang di Indonesia. Peningkatan aliran informasi yang diterima oleh masyarakat setempat meningkatkan perhatian mereka akan perubahan pada kondisi lingkungan saat pertambangan dibuka. Sekarang sendiri perizinan untuk pembukaan tambang baru semakin memperhatikan dampaknya terhadap perubahan lingkungan yang membuka kesempatan bagi para peneliti lokal dengan pengetahuan atas biodiversitas lokal untuk turut berperan aktif dalam menjaga keutuhan kondisi biodiversitas setempat. Serangga sebagai komponen biodiversitas utama sendiri dapat dimanfaatkan sebagai indikator dari perubahan pada kondisi lingkungan dimana beberapa jenis sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan, mudah untuk diamati dengan ukuran mereka yang relatif lebih besar serta langsung menunjukkan dampak karena penurunan populasi dalam jumlah besar akan langsung memberikan efek pada lingkungan dalam waktu singkat.

5. Inovasi menjadi motor penggerak dari kegiatan perekonomian.

Era MEA juga berarti dua hal, yaitu peningkatan persaingan dan terbukanya peluang. Kedua hal ini memaksa kita untuk tidak lagi hanya dapat mengandalkan pada kekayaan sumber daya alam yang dimiliki akan tetapi lebih menekankan pada inovasi pemanfaatan sumber daya alam tersebut. Banyak spesies-spesies lokal dengan potensi tinggi yang belum dimanfaatkan dan dikembangkan dengan baik. Sebagai contoh adalah potensi herbal Indonesia yang merupakan bagian dari resep obat-obatan tradisional Indonesia, potensi makanan lokal Indonesia yang dibuat dengan dasar biodiversitas Indonesia, potensi pengembangan produk seni dengan desain yang terinspirasi biodiversitas Indonesia, dan potensi pengembangan teknologi bersumber dari inspirasi proses di alam melalui mekanisme **biomimicry**. Sebagai contoh adalah proses biokonversi sampah oleh larva serangga yang membuka potensi untuk penemuan enzim baru pengurai sampah organik, sumber pakan baru pengganti sumber protein yang masih diimpor, sumber bahan dasar industri berbasis bio yang baru, bahkan sumber makanan manusia baru.

6. Munculnya produk-produk baru yang memanfaatkan biodiversitas Indonesia.

Keterbukaan pada pasar memberikan efek lain keterbukaan akan informasi. Beberapa informasi penting yang dapat diterima adalah informasi kebutuhan pasar dan informasi produk yang beredar di pasar. Biodiversitas di Indonesia memungkinkan masyarakat Indonesia untuk mengisi pasar tersebut. Hal tersebut membutuhkan eksplorasi dari biodiversitas lokal untuk mengetahui fungsi yang dapat dimanfaatkan dari suatu spesies. Akan tetapi, hal yang perlu diperhatikan adalah pemberian nilai tambah dari produk biodiversitas yang dihasilkan. Nilai tambah tersebut dapat berupa (1) pengembangan metoda konservasi bagi produk-produk yang masih dipanen langsung di alam seperti waktu panen dan kuota jumlah yang dapat dipanen, (2) pengembangan teknik budidaya sehingga mengurangi tekanan pada lingkungan sebagai akibat proses pemanenan langsung di alam, (3) pengembangan diversifikasi produk yang dapat dihasilkan dari suatu spesies, dan (4) pengembangan metoda produksi produk dalam skala besar yang berkesinambungan.

Kesimpulan

Era MEA yang telah dimulai memiliki dua sisi yaitu peningkatan persaingan dan terbukanya peluang. Sumber daya biodiversitas yang dimiliki oleh Indonesia merupakan modal dasar untuk memenangkan persaingan dan mengambil peluang yang ada. Kunci dari itu adalah eksplorasi fungsi dari biodiversitas. Salah satu komponen biodiversitas yang penting dan dominan namun belum digarap dengan baik adalah serangga. Perubahan pola pikir dari serangga hanya sebagai makhluk hidup tidak berguna dapat menjadi titik awal dari pemanfaatan serangga sebagai komponen penting bagi masyarakat Indonesia dalam menghadapi MEA.

Daftar Pustaka

- Ben-Dov Y & Hodgson CJ (eds.) (1994) *Soft Scale Insects: Their Biology, Natural Enemies and Control*, Elsevier/North-Holland, Amsterdam.
- Borror DJ, Triplehorn CA & Johnson NF (2005) *An Introduction to the Study of Insect* 7th edn., Thomson Brooks/Cole, Belmont, CA
- DeFoliart GR (1992) [Insects as human food: The editor discusses some nutritional and economic aspects.](#) *Crop Protect*, **11**, 395-399.
- DeFoliart GR (1999) [Insects as food: why the Western attitude is important.](#) *Annual Review of Entomology*, **44**, 21-50.
- Dunkel FV (1996) The Food Insects Newsletter, Vol. 9, No. 2, Montana State University.
- Feltwell J (1990) *The Story of Silk*, Alan Sutton, Stroud, Gloucestershire.
- Flood JM (1980). *The Moth Hunters: Aboriginal Prehistory of the Australian Alps*. Canberra: Australian Institute of Aboriginal Studies.
- Gillot C (1995) *Entomology*, 2nd Ed. Plenum Press. New York
- Hodges RJ & Surendro (1996) Detection of controlled atmosphere changes in CO₂-flushed sealed enclosures for pest and quality management of bagged milled rice. *Journal of Stored Products Research*, **32**, 97-104.
- Kearns, CA & Inouye, DW (1997) Pollinators, flowering plants, and conservation biology. *Bioscience*, **47**, 297-307.
- Ruddle K (1973) The human use of insects; examples from the Yukpa, Myanmar. *Biotropica*, **5**, 94-101.
- Supriyadi, Utami AD, Widijanto H & Sumani (2015) Organophosphate residue in different land use in Mojogedang Karanganyar Central Java Indonesia. *Modern Applied Science*, **9(6)**, 87-96.
- Vossbrinck CR, Coleman DC & Woolley TA (1979) Abiotic and biotic factors in litter decomposition in a semi-arid grassland. *Ecology*, **60**, 265-271
- <http://www.knowledgebank.irri.org/ipm/images/stories/beneficials/image019.jpg>
- <http://www.forestryimages.org/images/768x512/5389311.jpg>
- <http://www.ipmimages.org/browse/autthumb.cfm?aut=2641&Area=72>
- <http://www.animalhealthaustralia.com.au/programs/drm/swf/about-screw-worm-fly.cfm>

Potensi Mikroalga Bagi Kemandirian Bangsa Indonesia

Mohamad Agus Salim

Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Suanan Gunung Djati Bandung, Jl. AH Nasution 105 Bandung 40614

Email : mas18867@yahoo.com.au

Abstrak. Wilayah perairan negara Indonesia yang lebih dari 60%, menjadikan bangsa ini memiliki kepercayaan diri yang besar untuk mengembangkan terus potensi mikroalga agar mencapai kemandirian dan kemakmuran bangsa Indonesia. Potensi yang bermanfaat dari mikroalga untuk digunakan pada berbagai sektor yang mendukung keberlangsungan hidup umat manusia perlu terus diusahakan oleh masyarakat ilmiah bangsa Indonesia. Mikroalga mengandung senyawa metabolit primer maupun sekunder yang berpotensi menjadi senyawa bioaktif yang bermanfaat. Kandungan metabolit primer seperti karbohidrat, protein, lipida dan asam nukleat terlibat langsung pada pertumbuhan, perkembangan dan reproduksi mikroalga, sedangkan metabolit sekunder tidak terlibat secara langsung dengan proses metabolisme tersebut tetapi berperan dalam merespons kondisi lingkungan sekitarnya. Senyawa bioaktif yang menjadi perhatian saat ini adalah berbagai senyawa asam lemak yang termasuk kedalam *poly unsaturated fatty acid* (PUFA) yaitu *eicosapentaenoic acid* (EPA), *docosahexaenoic acid* (DHA), *γ-linoleic acid* (GLA) dan *arachidonic acid* (AA). Selanjutnya senyawa bioaktif mikroalga lainnya adalah berbagai pigmen seperti klorofil (a, b, c, d, e), karotenoid (β-karoten, Astaxanthin, Lutein, Lycopene), fikobiliprotein (fikosianin, fikoeritrin), tokoferol dan sterol, polisakarida, protein, vitamin dan mineral. Mikroalga yang menjadi perhatian saat ini karena kandungan senyawa bioaktifnya seperti *Haematococcus pluvialis*, *Porphyridium cruentum*, *Dunaliella salina*, *Spirulina platensis*, *Chlorella vulgaris* dan masih banyak lagi yang semuanya dapat dimanfaatkan untuk mencapai kemandirian bangsa Indonesia.

Kata Kunci : bioaktif, Indonesia, kemandirian, metabolit, mikroalga.

1. PENDAHULUAN

Negara Indonesia memiliki 18.110 pulau dengan panjang garis pantai 108.900 km. Dengan panjang wilayah 5.100 km yang terbentang dari Aceh sampai Papua memiliki perairan sekitar 62 % dari luas wilayahnya. Saat ini di seluruh dunia para ahli ilmu pengetahuan termasuk ahli biologi berusaha untuk dapat menemukan bahan alam yang akan dijadikan sebagai sumber plasma nutfah serbaguna. Dengan meningkatnya radikal bebas dari lingkungan maka akan meningkat pula berbagai gangguan pada kesehatan manusia. Radikal bebas dapat bertambah dari racun racun yang ada di lingkungan, polutan di udara seperti ozon dan nitrogen dioksida, kemudian juga cahaya matahari dengan sinar ultra violetnya, radiasi terionisasi, obat-obatan dan juga asap rokok. Radikal bebas tersebut akan menyebabkan semakin maraknya penyakit terutama penyakit degeneratif seperti jantung koroner, stroke, diabetes, katarak bahkan juga berbagai macam kanker. Mikroalga merupakan mikroorganisme yang mampu berfotosintesis, dengan menggunakan karbondioksida (CO₂), air (H₂O) dan bantuan energi cahaya matahari dapat menghasilkan biomasa berupa karbohidrat dan produk sampingannya yaitu oksigen (O₂). Karbohidrat tersebut di dalam sel mikroalga dapat diubah menjadi metabolit primer lainnya seperti lipida, protein serta metabolit sekunder yang manfaatnya ternyata cukup besar pula. Metabolit tersebut dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan diantaranya untuk bahan pangan dan pakan, bahan bakar hayati, bahan baku industri kosmetik dan farmasi serta bahan

baku makanan fungsional (nutraceutical). Beberapa jenis dari mikroalga kaya akan antioksidan alami yang dicari oleh para peneliti di dunia saat ini. Memang antioksidan dari makroalga sudah dikenal lebih dahulu dibandingkan antioksidan dari mikroalga. Perbanyakkan sel mikroalga dikerjakan dengan terkontrol menggunakan medium dengan nutrisi yang bersih sehingga biomasa mikroalga pun benar benar bersih dari herbisida, pestisida maupun zat racun yang lainnya. Informasi dan kajian antioksidan yang terkandung dalam mikroalga masih sangat sedikit, padahal untuk mendapatkan zat bioaktif tersebut relatif lebih mudah. Sehingga eksplorasi zat bioaktif dari mikroalga yang diinginkan untuk mengatasi berbagai penyakit baik penyakit infeksi maupun penyakit degeneratif menjadi sangat terbuka lebar bagi para peneliti khususnya peneliti biologi di Indonesia.

2. APA ITU MIKROALGA

Mikroalga merupakan mikroorganisme berfotosintesis dari kelompok prokariot dan eukariot yang mampu menghasilkan karbohidrat, protein, lipida dan asam nukleat sebagai hasil fotosintesisnya. Pertumbuhan mikroalga dapat sangat cepat karena memiliki struktur sel yang uniseluler ataupun multiseluler sederhana. Contoh dari mikroalga prokariot adalah kelompok Cyanophyta (alga biru) dan contoh mikroalga eukariot yaitu Chlorophyta (alga hijau). Habitat dari mikroalga bukan hanya akuatik namun juga dapat ditemukan di terestrial yang lembab. Beragamnya spesies dari mikroalga disebabkan oleh kondisi lingkungan untuk hidupnya dengan kisaran yang lebar. Diperkirakan lebih dari 50.000 spesies mikroalga yang hidup di dunia ini, namun masih kurang dari 30.000 spesies yang sudah dikaji dan dianalisis. Cahaya matahari, unsur hara dan CO₂ merupakan persyaratan utama untuk tumbuhannya mikroalga. Kemampuan mikroalga untuk fiksasi CO₂ dengan menggunakan energi cahaya matahari 10 kali lebih besar dari tumbuhan terestrial. Keunggulan lain mikroalga bila dibandingkan dengan tumbuhan terestrial yaitu efisiensi penggunaan cahaya matahari, dapat memanfaatkan limbah, menggunakan sumberdaya yang minimal serta tidak berkompetisi untuk lahan subur bagi pertanian. Mikroalga dapat ditemukan pada hampir semua divisio alga kecuali pada Phaeophyta (alga coklat) yang semuanya berupa makroalga. Divisio alga yang semuanya berupa mikroalga yaitu Cyanophyta (alga biru), Pyrrophyta (Dinoflagellata), Euglenophyta (Euglenoid), Bacillariophyta (Diatom). Divisio alga sekitar 90% berupa mikroalga yaitu Chlorophyta (alga hijau) dan sebaliknya divisio alga yang sekitar lebih dari 90% berupa makroalga yaitu Rhodophyta (alga merah).

Chlorella vulgaris: Sudah sejak dahulu spesies mikroalga ini digunakan sebagai makanan tradisional bahkan obat alternatif di masyarakat asia timur. Begitupun secara luas dijadikan sebagai suplemen makanan di beberapa negara seperti Cina, Jepang, Eropa dan Amerika Serikat. *Chlorella* mengandung nutrisi yang cukup banyak (seperti :karotenoid, vitamin, mineral) yang dapat digunakan sebagai makanan sehat juga pakan hewan ternak dan akuakultur. *Chlorella* berperan penting dalam kesehatan yang dapat mengatasi berbagai gangguan kesehatan lambung, luka, konstipasi, anemia, hipertensi, malnutrisi dan lain lain. *Chlorella* juga digunakan untuk mencegah arterosklerosis dan hiperkolesterolemia dengan kandungan glikolipida dan fosfolipidanya, serta kerja antitumor dengan glikoprotein, peptidadaan nukleotidanya.

Haematococcus pluvialis: mikroalga ini dikenal sebagai organisme yang mengandung astaxanthin paling banyak di alam (1.5-3.0% dari berat kering). Astaxanthin merupakan turunan dari karotenoid yang memiliki kerja antioksidan yang lebih besar dari β -karoten, vitamin C and vitamin E. *Haematococcus* saat ini menjadi sumber utama penghasil pigmen ini dan dijual secara komersial terutama penggunaannya pada akuakultur ikan salmon.

Dunaliella salina: Mikroalga yang mampu mengakumulasi sangat banyak β -karoten, pigmen utama yang digunakan untuk pewarna makanan alami dan provitamin A (retinol). *D. salina* dapat mengandung sampai 14% karotenoid dalam berat keringnya atau sampai 10% kandungan β -karoten pada kondisi stres karena mendapat garam dan pencahayaan yang tinggi. Disamping β -karoten, *D. salina* juga menghasilkan bahan kimia lain yang berharga yaitu gliserol.

Spirulina platensis : Sejak zaman dahulu di Meksiko dan Afrika telah dibudidayakan di danau alkali dan digunakan oleh penduduk setempat sebagai bahan makanan. Produksi biomasnya di dunia dapat mencapai 3000 ton/tahun dan secara luas digunakan sebagai suplemen makanan dan pakan hewan ternak, karena mengandung protein yang tinggi dan nutrisi bernilai tinggi seperti kadar asam γ -linolenic (GLA). Mikroalga ini bermanfaat bagi kesehatan diantaranya menurunkan hiperlipidemia, menekan hipertensi, mencegah gagal ginjal, meningkatkan mikroflora *Lactobacillus*, menekan kadar gula darah, kerja antikarsinogenik dan kerja hipokolesterolemik. *S. platensis* ini juga sebagai sumber utama pigmen fikosianin alami, yang biasa digunakan sebagai makanan alami dan pewarna kosmetik (ekstrak warna biru).

3. SENYAWA BIOAKTIF MIKROALGA

Pembahasan senyawa bioaktif pada mikroalga tidak lepas dari istilah metabolit dan fitokimia. Maka pada bagian ini akan dijelaskan dahulu mengenai metabolit dan fitokimia secara umum dan mendasar. Metabolit merupakan molekul intermediat dan produk yang dihasilkan dari metabolisme. Istilah metabolit umumnya ditujukan pada molekul yang kecil. Metabolit primer yaitu molekul yang terlibat secara langsung dalam pertumbuhan, perkembangan dan reproduksi suatu organisme. Sedangkan metabolit sekunder merupakan molekul yang tidak secara langsung terlibat dalam proses tersebut tetapi biasanya memiliki fungsi penting secara ekologi karena berhubungan dengan kondisi lingkungan tertentu dan tahap perkembangannya. Metabolit ini baik yang primer maupun sekunder terus dicari dan diteliti oleh para ahli untuk dapat dimanfaatkan bagi kesejahteraan umat manusia di masa yang akan datang. Kata Fitokimia berasal dari kata “Phyto” (bahasa Yunani) yang artinya tumbuhan, sehingga istilah fitokimia mengacu pada berbagai senyawa yang dihasilkan oleh tumbuhan. Fitokimia merupakan senyawa kimia yang dihasilkan selama tumbuhan tersebut melakukan metabolisme secara normal. Terdapat banyak senyawa fitokimia dan dapat dimanfaatkan oleh manusia untuk berbagai kepentingannya. Fitokimia dapat menjaga manusia dari serangan penyakit. Fitokimia ini sering ditujukan kepada metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, kumarin, glikosida, getah, polisakarida, fenol, tannin, terpen dan terpenoid. Fitokimia biasanya merujuk pada senyawa kimia yang bukan nutrisi. Kerja dari senyawa fitokimia ini dapat sendiri atau gabungan bahkan dapat dikombinasikan dengan vitamin. Mikroalga merupakan sumber metabolit atau senyawa bioaktif yang cukup penting, terutama sebagai agen sitotoksik yang dapat diaplikasikan untuk kemoterapi kanker. Begitupun produksi β -karoten dan vitamin oleh mikroalga *Dunaliella* sp. telah terdokumentasi dengan baik dan penggunaannya sangat penting pada kegiatan Marikultur. Cyanophyta dikenal juga sebagai salah satu kelompok mikroalga yang paling menjanjikan karena dari kelompok ini telah banyak dihasilkan senyawa bioaktif. Cyanophyta yang dikenal menghasilkan berbagai senyawa bioaktif sebagai metabolit sekunder diantaranya *Spirulina*, *Anabaena*, *Nostoc* dan *Oscillatoria*. Senyawa bioaktif dari kelompok Cyanophyta ini diantaranya 40% lipopeptida, 5,6% asam amino, 4,2% asam lemak, 4,2% makrolida dan 9% amida. Lipopeptida yang dihasilkan oleh Cyanophyta termasuk beragam senyawa sitotoksik (41%), antitumor (13%), antiviral (4%), antibiotik (12%) dan sisanya 18% memiliki kemampuan seperti antimalaria, antimikotik, antifeedant, herbisida dan agen *immunosuppressive*; disamping itu menghasilkan senyawa yang bekerja sebagai antitumor, antiviral, antifungus dan mampu menurunkan kolesterol baik pada hewan maupun manusia. Senyawa bioaktif dari Cyanophyta ini dapat melindungi sel *T-lymphoblastoid* dari pengaruh sitopatik dari infeksi HIV. Dari mikroalga eukariotik seperti *Chlorella vulgaris* yang menghasilkan glikoprotein yang mampu melawan metastasis tumor dan menginduksi *immunosuppression* saat kemoterapi. Senyawa bioaktif yang terdapat pada mikroalga cukup lebar variasinya yang dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan seperti temperatur, cahaya, pH, unsur hara, CO₂, kepadatan populasi, fase pertumbuhan dan fisiologi mikroalga itu sendiri. Mikroalga mampu melakukan biosintesis, metabolisme, akumulasi dan sekresi berbagai metabolit primer maupun sekunder. Senyawa bioaktif dari metabolit tersebut dapat dimanfaatkan pada berbagai aplikasi seperti suplemen makanan, pakan hewan ternak dan ikan, di industri kosmetik dan farmasi, bidang pertanian, dan produksi energi hayati (*biofuels*).

1. PIGMEN :

Karakteristik mikroalga yang sangat jelas adalah warna dari pigmen yang dimilikinya. Secara umum setiap divisio mikroalga memiliki warna dari kombinasi beberapa pigmen. Disamping klorofil ternyata mikroalga memiliki pigmen aksesoris atau sekunder yang beragam yaitu kelompok pigmen fikobiliprotein dan kelompok pigmen karotenoid. Fungsi dari pigmen aksesoris ini adalah meningkatkan efisiensi pemanfaatan energi cahaya matahari dan melindungi sel dari radiasi cahaya matahari. Dari fungsi pigmen pada sel mikroalga itu sendiri ternyata dapat dimanfaatkan oleh manusia sebagai antioksidan yang disertakan dalam makanan sehari-hari. Saat ini pigmen yang dimiliki mikroalga banyak digunakan sebagai pewarna alami berbagai produk industri dan makanan fungsional (*nutraceutical*).

Klorofil : Mikroalga mengandung berbagai macam klorofil. Klorofil a merupakan klorofil utama pada proses fotosintesis dan dimiliki oleh semua spesies mikroalga. Mikroalga yang hanya memiliki klorofil a adalah dari divisio Cyanophyta (alga biru) and Rhodophyta (alga merah). Mikroalga yang memiliki klorofil a dan b seperti klorofil yang dimiliki tumbuhan adalah Chlorophyta (alga hijau) dan Euglenophyta (Euglenoid), sedangkan mikroalga yang memiliki klorofil c, d dan e yaitu Bacillariophyta (diatom). Jumlah klorofil pada mikroalga sekitar 0.5-1.5% dari berat keringnya. Klorofil dapat dimanfaatkan oleh manusia sebagai pewarna makanan dan obat, serta memiliki manfaat bagi kesehatan manusia. Senyawa ini secara tradisional telah digunakan sebagai obat bengkak dan keburnaan serta mengontrol bau badan. Saat ini klorofil dikonsumsi pula untuk mengurangi resiko kanker usus.

Karotenoid : Di dalam sel mikroalga, karotenoid memiliki fungsi selain sebagai pembantu klorofil a dalam menangkap energi cahaya matahari namun fungsi yang utama dari karotenoid adalah melindungi badan badan yang terlibat dalam fotosintesis dari kerusakan oleh radiasi cahaya matahari. Karotenoid juga berperan dalam gerak fototropisme dan fototaksis. Beberapa mikroalga membentuk karotenoid akibat responsnya terhadap kondisi lingkungan yang keras. Dengan mengonsumsi karotenoid dapat menyembuhkan atau mencegah penyakit akibat terpapar radikal bebas seperti arteriosklerosis, katarak, penyakit mata dan berbagai kanker. Lebih dari 600 macam turunan karotenoid dan sekitar 50 macam yang berfungsi sebagai provitamin-A diantaranya, α -karoten, β -karoten dan β -cryptoxanthin. Namun hanya sedikit karotenoid yang digunakan dan dijual komersial seperti diantaranya β -karoten dan astaxanthin serta lebih sedikit lain seperti, lutein, zeaxanthin, lycopene dan bixin yang dapat dimanfaatkan untuk pakan hewan, farmasi, kosmetik dan pewarna makanan. Karotenoid yang dihasilkan oleh mikroalga seperti β -karoten dari *Dunaliella salina* dan astaxanthin dari *Haematococcus pluvialis*.

Fikobiliprotein : Disamping klorofil dan karotenoid beberapa mikroalga seperti Cyanophyta (alga biru), Rhodophyta (alga merah) mengandung fikobiliprotein, pigmen yang larut air ini dimiliki oleh mikroalga yang hidup di perairan yang lebih dalam. Sumber fikobiliprotein utama yaitu dari mikroalga divisio Cyanophyta seperti *Spirulina* yang menghasilkan fikosianin (biru) dan Rhodophyta seperti *Porphyridium* yang menghasilkan fikoeiritrin (merah). Penggunaan pigmen ini cukup luas diantaranya berfungsi pada aplikasi fluorescen di bidang kesehatan, pewarna alami pada berbagai produk makanan seperti permen karet, permen, jelly, es krim, minuman ringan juga pada kosmetik seperti *lipsticks*, *eyeliners* dan *eye shadows*. Di bidang kesehatan pigmen ini digunakan sebagai antioksidan anti-inflamasi, pengaruh *neuroprotective* dan *hepatoprotective*.

2. ASAM LEMAK :

Beberapa mikroalga mampu mensintesis asam lemak dengan manfaat yang mengagumkan diantaranya γ -linolenic acid (GLA, 18:3 ω 6) (*Spirulina*), arachidonic acid (AA, 20:4 ω 6) (*Porphyridium*), eicosapentaenoic acid (EPA, 20:5 ω 3) (*Nannochloropsis*, *Phaeodactylum*, *Nitzschia*, *Isochrysis*, *Diatronema*) dan docosahexaenoic acid (DHA, 22:6 ω 3) (*Cryptocodinium*, *Schizochytrium*). Semuanya termasuk ke dalam asam lemak tak jenuh rantai panjang *polyunsaturated fatty acids*/PUFA (lebih dari 18 karbon) yang tidak dapat disintesis oleh tumbuhan tingkat tinggi dan hewan, hanya mikroalga yang mampu memproduksinya,

padahal manusia memerlukan asam lemak ini pada makanannya. Sebenarnya ikan pun menghasilkan asam lemak ini hanya saja kekhawatiran kalau ikan tersebut telah tercemar dengan logam berat. PUFA $\omega 3$, terutama DHA, penting dalam nutrisi bayi untuk perkembangan otak, mata, penglihatan, kecerdasan, sehingga asam lemak ini penting berada di air susu ibu. Asam lemak ini sebagai senyawa bioaktif yang mampu mengatasi berbagai penyakit degeneratif seperti menurunkan kadar kolesterol darah, kardiovaskuler, jantung koroner, aterosklerosis, diabetes, hipertensi, *rheumatoid arthritis*, rheumatik, penyakit kulit, penyakit pencernaan dan juga kanker.

3. TOKOFEROL & STEROL

Tokoferol tersebar luas di alam dan terdapat di jaringan yang dapat berfotosintesis (misalnya daun) maupun jaringan yang tidak berfotosintesis (misalnya kecambah) baik pada tumbuhan maupun mikroalga. Mikroalga *Euglena* memiliki kadar tokoferol yang paling tinggi bila dibandingkan dengan organisme uji lainnya seperti ragi, kapang dan mikroalga lainnya. Pengamatan terhadap kerang yang diberi mikroalga akan memiliki laju pertumbuhan yang lebih cepat, karena mikroalga yang dikosumsinya banyak mengandung sterol. Kesimpulannya polihidroksisterols dari mikroalga mampu berfungsi sebagai antikanker, sitotoksik dan aktivitas biologi lainnya.

4. PROTEIN

Kandungan protein dari berbagai spesies mikroalga menjadi alasan penggunaan mikroalga sebagai sumber protein yang baru berupa protein sel tunggal / single cell protein (SCP). Selain itu asam amino yang terdapat pada protein mikroalga lebih cocok digunakan sebagai protein makanan. Kemampuan mikroalga untuk mensintesis semua jenis asam amino yang dapat memenuhi nutrisi penting bagi manusia dan hewan.

5. POLISAKARIDA

Polisakarida digunakan secara luas di industri makanan terutama sebagai pengental dan membentuk jeli. Banyak polisakarida yang telah digunakan secara komersial seperti agar, alginat dan karagenan yang diekstrak dari makroalga atau rumput laut. Namun sebenarnya banyak mikroalga yang juga memproduksi polisakarida dan beberapa dari produk tersebut telah digunakan secara komersial di industri makanan. Pertimbangan karena mikroalga memiliki pertumbuhan yang sangat cepat dan faktor lingkungannya terkontrol terutama untuk menghindari dari polutan logam berat. Mikroalga yang penting menghasilkan polisakarida *Porphyridium cruentum*, yang menghasilkan *sulphated galactan exopolysaccharide* yang dapat menggantikan karagenan pada berbagai aplikasinya. Contoh yang lain adalah *Chlamydomonas mexicana*, yang menghasilkan sampai 25% dari produksi bahan organiknya yaitu polisakarida ekstraseluler dan di Amerika Serikat diaplikasikan sebagai *soil conditioner*. Manfaat polisakarida ini bagi kesehatan adalah meningkatkan sistem imun pada manusia.

6. VITAMIN DAN MINERAL

Biomassa mikroalga mengandung hampir semua vitamin esensial (seperti. A, B1, B2, B6, B12, C, E, asam nikotinat, biotin, asam folat dan asam pantotenat) dan juga mineral yang seimbang (seperti. Na, K, Ca, Mg, Fe, Zn dan unsur hara mikro). Kandungan vitamin B12 dan besi yang tinggi pada beberapa spesies mikroalga, seperti *Spirulina*, menjadikan mikroalga dinobatkan sebagai makanan bernutrisi lengkap dan baik bagi orang vegetarian. Kandungan vitamin dari mikroalga sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor genotipe, fase dari siklus hidupnya, nutrisi pada medium kulturnya dan intensitas cahaya, cara pemanenan dan cara pengeringan biomasanya.

7. ANTIOKSIDAN

Mikroalga merupakan organisme fototrof yang terpapar langsung dengan oksigen yang tinggi dan stres radikal bebas, oleh sebab itu mikroalga mampu mengembangkan sistem

pertahanan yang efisien untuk melawan *reactive oxygen species* (ROS) dan radikal bebas. Dengan demikian, semakin meningkat lagi penggunaan mikroalga sebagai sumber antioksidan alami untuk kosmetik (sebagai *sunprotecting*) dan makanan fungsional (*nutraceutical*). Kandungan antioksidan yang tinggi didapatkan dari ekstraksi kasar metanol dari beberapa mikroalga seperti *Isochrysis galbana*, *Chlorella vulgaris*, *Nannochloropsis oculata*, *Tetraselmis tetrahele*, *Chaetoceros calcitrans*) bila dibandingkan dengan α -tokoferol.

4. KESIMPULAN

Dengan luasnya perairan yang dimiliki negara Indonesia sudah selayaknya kita mampu mengeksplorasi sekaligus melestarikan biodiversitas mikroalga bagi kemakmuran dan kemandirian bangsa Indonesia. Perairan Indonesia memiliki hampir semua jenis mikroalga yang ada di dunia. Mikroalga dapat dimanfaatkan pada berbagai sektor diantaranya makanan dan pakan, kosmetik, farmasi, pertanian dan bahan bakar hayati. Mikroalga dapat menghasilkan berbagai senyawa bioaktif mulai dari pigmen, asam lemak tidak jenuh, tokoferol dan sterol, protein, polisakarida, vitamin dan mineral. Senyawa bioaktif tersebut yang dihasilkan oleh mikroalga dapat mengatasi baik mencegah maupun mengobati berbagai penyakit infeksi (disebabkan oleh bakteri, jamur, virus) maupun penyakit degeneratif (seperti jantung koroner, stroke, diabetes, asam urat, kolesterol).

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed F. 2015. Induction of carotenoid and phytosterol accumulation in microalgae. *A thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy at School of Agriculture and Food Sciences The University of Queensland*.
- Balamurugan G., A.G. Bibin, S. Prakash, G. Karthikeyan, R. Balaji, K. Sathish, B. I. Santhosh. 2013. Pigment Producing capacity of saline tolerant microalgae *Chaetoceros calcitrans*, *Chlorella salina*, *Isochrysis galbana*, *Tetraselmis gracilis* and its antimicrobial activity: A Comparative Study. *J. Microbiol. Biotech. Res.*, 3 (1):1-7.
- Blackburn S., L. Clementson, I. Jameson, C. Johnston, D. Batten. 2010. Australian National Algae Culture Collection: Biodiversity, pigments and bioproducts. CSIRO Marine and Atmospheric Research. 15th April 2010
- Capelli B. and G. R. Cysewski. 2010. Potential health benefits of spirulina microalgae *A review of the existing literature*. *Nutra Foods*. 9(2) 19-26.
- Capelli B. and G. R. Cysewski. 2013. Natural Astaxanthin: King of the Carotenoids. Third Edition. Cyanotech Corporation.
- Chacón-Lee T.L. and G.E. González-Marín. 2010. Microalgae for “Healthy” Foods - Possibilities and Challenges. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. Vol. 9, 655-675
- Doshia R., T. Nguyen, and G. Changa. 2013. Transporter-mediated biofuel secretion. *PNAS*. vol. 110. no. 19. 7642–7647.
- deMorais M. G., B. da Silva Vaz, E. G. de Morais, and J. A. V. Costa. 2015. Biologically Active Metabolites Synthesized by Microalgae. Hindawi Publishing Corporation. BioMed Research International. Volume 2015, Article ID 835761, 15 pages
- Enzing C., M. Ploeg, M. Barbosa, L. Sijtsma. 2014. Microalgae-based products for the food and feed sector: an outlook for Europe Commission. Joint Research Centre. Institute for Prospective Technological Studies Hembourg.
- Eriksen, N. T. 2013. Pigments from microalgae: a new perspective with emphasis on phycocyanin. In M. Arlorio (Ed.), *Book of Abstracts and proceedings of the 7th International Congress on Pigments in Foods*. (pp. 37)
- Han D., Y. Li and Q. Hu. 2013. Astaxanthin in microalgae: pathways, functions and biotechnological implications. *Algae*, 28(2): 131-147
- Liu J., Z. Sun and H. Gerken. 2014. Recent Advances in Microalgal Biotechnology. Published by OMICS Group eBooks. 731 Gull Ave, Foster City. CA 94404, USA

- Munir N., N. Sharif, S. Nazand F. Manzoor. 2013. Algae: A potent antioxidant source. Sky Journal of Microbiology Research Vol. 1(3), pp. 22 – 31.
- Perosa A., G. Bordignon, G. Ravagnan, S. Zinoviev. 2015. Algae as a Potential Source of Food and Energy in Developing Countries Sustainability, Technology and Selected Case Studies. Edizioni Ca' Foscari - Digital Publishing. Venezia.
- Solovchenko A. and K. Chekanov. 2014. Production of Carotenoids Using Microalgae Cultivated in Photobioreactors. Springer Science. Business Media Dordrecht.
- Sotiroudis T. and Georgios T. S. 2013. Health Aspects Of *Spirulina* (*Arthrospira*) Microalga Food Supplement. *J. Serb. Chem. Soc.* 78 (3) 395–405 (2013)
- Ughy B., C. I. Nagy, and P. B. Kós. 2015. Biomedical potential of cyanobacteria and algae Acta Biologica Szegediensis. Volume 59 (Suppl.2):203-224.

Topik : Biologi Sel Molekuler dan Genetika

BMG-14

Evaluasi Daya Hasil Sembilan Varietas Kentang Di Dataran Tinggi Malino Sulawesi Selatan

Luthfy

*Balai Penelitian Tanaman Sayuran
Jl. Tangkuban Perahu 517 Lembang-Bandung 40391, Kab, Bandung*

yuyud_1958@yahoo.com

Abstrak. Evaluasi Daya Hasil Sembilan Varietas Kentang Di Dataran Tinggi Malino Sulawesi Selatan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji adaptasi dari sembilan varietas kentang di dataran tinggi. Penelitian dilaksanakan di lapangan di sentra produksi kentang di Kabupaten Goa, Sulawesi Selatan yang mempunyai ketinggian tempat 1500 m dpl. Pengujian dilaksanakan sejak bulan April – Oktober 2012. Pengujian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan tiga ulangan. Jumlah perlakuan adalah sembilan varietas kentang dengan varietas Granola Garut sebagai pembandingan yang telah diketahui mempunyai daya hasil tinggi. Hasil pengujian di lapangan adalah varietas Cipanas mencapai hasil tertinggi 30.14 ton/Ha, lebih tinggi dari hasil yang dicapai varietas Granola sebagai pembandingan dengan capaian hasil 28.21 ton/ha. Tiga varietas kentang lainnya yang mempunyai hasil tinggi adalah Merbabu (25.71 ton/ha), Repita (24.37 ton/ ha) dan Kikondo (23.85 ton/ha).

Kata kunci: Kentang (*Solanum tuberosum* L), hasil, varietas

Abstract. Yield Varieties Evaluation Nine Chips In the High lands Malino South Sulawesi. The purpose of this study was to test the adaptability of nine varieties of potatoes in the highlands. The research was conducted on the ground in potato production centers in the District of Goa, South Sulawesi, which has a height of 1500 m above sea level. Tests carried out since April - Oktober 2012. Tests using a Randomized Block Design (RBD) with three replications. Total treatment are nine varieties of potatoes with a variety Granola as a comparison that has been known to have a high yield. The test results on the field are Cipanas varieties have the highest yields 30.14 tons / ha, higher than the results achieved Granola varieties for comparison with the achievements of 28.21 tonnes/ha. Three other potato varieties that have a high yield is Merbabu (25.71 tonnes/ha), Repita (24.37 tonnes/ha) and Kikondo (23.85 tonnes/ha).

Keywords : Potato (*Solanum tuberosum* L), results, varieties.

Pendahuluan

Kentang merupakan tanaman sumber makanan terbesar keempat di dunia setelah padi, gandum, dan barley [1]. Di Indonesia, kentang merupakan komoditas yang mendapat prioritas tinggi di bidang penelitian dan pengembangan sayuran. Hal ini disebabkan kandungan kalori dan gizi kentang yang sangat berimbang yaitu terdiri dari karbohidrat, protein, mineral, dan vitamin C. Selain itu, kentang juga merupakan komoditas ekspor [2].

Produksi kentang di Indonesia telah berkembang dengan pesat dan menjadikan Indonesia sebagai negara penghasil kentang terbesar di Asia tenggara dan berada pada posisi kedua setelah Cina [3]. Sejak tahun 1980 di Indonesia, Granola merupakan varietas favorit yang mempunyai

areal tanam mencakup 80% dari total area pertanaman kentang di Indonesia Alasan utama pemilihan varietas Granola sebagai pembanding dalam penelitian ini. karena hasil panennya tinggi, mudah dibudidayakan, dapat digunakan untuk bermacam-macam keperluan sehari-hari sebagai bahan dasar masakan. Granola juga resisten terhadap beberapa hama dan penyakit penting [4].

Beberapa sentra produksi kentang di Indonesiaberbada di 5 propinsi dan 10 kabupaten dijadikan sebagai bagian dari kawasan pengembangan hortikultura khusus untuk kentang. Kelima propinsi tersebut diatas adalah Propinsi Jawa timur, Jambi, Nusa Tenggara Barat, Sulawesi Utara dan Sulawesi Selatan. Dengan dibentuknya kawasan pengembangan hortikultura khususnya untuk tanaman kentang, maka kegiatan penelitian nasional kentang dapat lebih terkonsentrasi dan lebih efisien.

Varietas kentang yang banyak beredar di petani saat ini masih sangat terbatas hanya Granola dan atlantik. Granola ditamam petani sebagai kentang sayur sementara atlantik dibudidayakan sebagai bahan baku industri keripik.

Penelitian ini bertujuan untuk memperkenalkan beberapa varietas kentang unggul baru. Produk Balitsa sasarannya adalah petani dapat memilih dan mengadopsi varietas yang sesuai dan cocok untuk dikembangkannya di daerah masing masing.

Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan di sentra produksi kentang didaerah dataran tinggi Desa Bulubalea Kelurahan Pattapang (1500 m dpl), Malino, Kecamatan Tinggi moncong, Kabupaten Goa, Sulawesi Selatan dari bulan April sampai dengan Oktober 2012. Bahan pengujian adalah 9 varietas kentang yaitu Granola, Granola Garut, GM 08, Repita, GM 05, Merbabu, Margahayu, Kikondo, Cipanas dengan varietas Granola Garut yang digunakan sebagai pembanding.

Jarak tanam yang digunakan 80 x 30 cm, Pupuk kandang yang digunakan adalah pupuk ayam yang sudah matang dengan dosis 15 ton/ha yang diberikan seminggu sebelum tanam . Pupukbuatan yang dipergunakan sebagai pupuk dasar adalah NPK16 : 16 : 16 dengan dosis 500 kg/ha diberikan pada saat tanam. Nematocida diberikan untuk mengendalikan nematoda dengan dosis 40 kg/ha diberikan saat tanam. Pemeliharaan tanaman meliputi pengairan, dilakukan seminggu dua kali apabila tidak ada hujan; pendangiran dilakukan umur 3 minggu setelah tanam diikuti pemberian pupuk susulan dengan menggunakan NPK 16 : 16 : 16 dengan dosis 700 kg/ha yang diberikan disekitar perakaran tanaman sebelum tanaman ditimbun untuk meninggikan guludan. Penutupan tanah kedua kali dilakukan saat tanaman berumur 50 hari setelah tanam. Aplikasi pestisida dilakukan secukupnya untuk mengendalikan hama dan penyakit utama komoditi kentang. Panen umbi dilakukan pada saat tanaman berumur 100 hari dimana 10 hari sebelum panen dilakukan pemotongan batang tanaman.

Parameter yang diamati meliputi :

1. Tinggi tanaman
2. Lebar kanopi
3. Jumlah cabang utama/ rumpun
4. Berat umbi sampel
5. Berat umbi per plot
6. Insiden penyakit *Phytophthora infestan* dan *Rhizoctonia solani*

Hasil dan Pembahasan

Dari pengamatan di lapangan, varietas Cipanas mempunyai pertumbuhan lebih vigor dan sehat, batang kuat tidak mudah rebah. Data pertumbuhan tanaman disajikan pada Tabel 1. Tinggi tanaman dari 9 varietas yang dievaluasi bervariasi antara 40,20 – 60,60 cm, varietas Cipanas mempunyai ukuran tanaman paling tinggi (60,60 cm) tidak berbeda nyata dengan varietas Kikondo (60,40 cm) dan Granola Garut (58,40). Lebar kanopi bervariasi dari 40,05 – 56,70 cm. Varietas Cipanas juga mempunyai ukuran kanopi paling lebar (56,70 cm) tetapi tidak berbeda nyata dengan enam varietas lain yang dievaluasi, diantaranya GM-08 (56,48), Merbabu (55,48 cm). Karakter kualitatif lainnya adalah jumlah cabang utama/ rumpun tidak berbeda

nyata antara 9 varietas yang di uji bervariasi dari 2 – 3,3, tetapi varietas Cipanas mempunyai jumlah cabang / rumpun terbanyak yaitu 3,3.



Gambar. 1. Penampilan fase vegetatif varietas Cipanas.

Kemampuan tanaman untuk berkembang secara optimal saat fase pertumbuhan vegetatif tentunya menjadi salah satu indikator keberhasilan dalam menunjukkan potensi produksinya yang merupakan hasil interaksi antara faktor genetis dan faktor lingkungan dimana tanaman tersebut tumbuh.

Tabel. 1. Tinggi Tanaman, Lebar Kanopi Dan Jumlah Cabang Utama/ Rumpun 9 Varietas Kentang Pada Umur 60 Hari Setelah Tanam

No	Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)	Lebar kanopi (cm)	Jml. cabang utama/ rumpun
1	Granola	49.40 c	51,78 ab	2.3 a
2	Granola Garut	58.40 e	48,60 ab	2.7 a
3	GM-08	42.83 b	56,48 a	2.5 a
4	Repita	58.13 d	40,05 b	2.3 a
5	GM 05	40.20 a	54,40 ab	2.7 a
6	Merbabu	51.40 d	55,48 a	2.0 a
7	Margahayu	50.53 cd	40,05 b	2.2 a
8	Kikondo	60.40 e	54,40 ab	2.4 a
9	Cipanas	60.60 e	56.70 a	3.3 a

Berat umbi per pohon sampel bervariasi dari 439 – 905 gram. Hasil tertinggi dicapai oleh varietas pembanding Granola Garut 905 gram, tetapi hampir sama dan tidak berbeda nyata dengan varietas Cipanas (900 gram) dan tiga varietas lainnya Kikondo (695 gram), Repita (691 gram), Merbabu (661 gram).

Dari pengamatan pertanaman di lapangan, varietas Cipanas menampilkan pertumbuhan vegetatif paling sehat, ukuran tanaman paling tinggi, kanopi paling lebar dan jumlah cabang utama per rumpun paling banyak dibanding 8 varietas lain yang dievaluasi. Dengan pertumbuhan paling baik, secara umum varietas Cipanas dapat menghasilkan volume umbi tertinggi. Walaupun secara statistik hasil umbi yang dicapai varietas Cipanas tidak berbeda nyata dengan varietas pembanding. Granola Garut (28.21 ton/ Ha) tetapi varietas Cipanas dapat mencapai hasil tertinggi (30.14 ton/ Ha). Capaian hasil dari 9 varietas yang dievaluasi bervariasi dari 13.13 – 30 ton/ Ha. Selain varietas Cipanas dan varietas pembanding Granola Garut, tiga varietas lainnya juga mempunyai hasil tinggi dan tidak berbeda nyata dengan varietas pembanding Granola Garut yaitu Kikondo (23.85 ton/ Ha), Repita (24.37 ton/ Ha) dan Merbabu (25.71 ton/ Ha).



Gambar 2. Hasil Umbi Kentang PerPohonVarietas Cipanas

Tabel 2. Berat Umbi Per Pohon Sampel, Berat Umbi Per Plot dan Hasil Kentang Per Hektar

No.	Perlakuan	Berat Umbi Per Pohon Sampel	Berat Umbi/Plot (kg)	Produksi kentang (Ton/ Ha)
1	Granola G 0	4.66 a	40.08 a	16.12 a
2	Granola Garut	9.05 c	70.56 bc	28.21 cd
3	GM-08	4.47 a	32.84 a	13.13 a
4	Repita	1.91 Bc	68.26 bc	24.37 bc
5	GM-05	4.69 a	37.64 a	15.05 a
6	Merbabu	6.61 ab	64.28 bc	25.71 bc
7	Margahayu	4.39 a	36.46 a	14.58 a
8	Kikondo	6.95 bc	59.64 b	23.85 b
9	Cipanas	9.0 c	75.37 c	30.14 d

Tabel 3. Insiden serangan penyakit *Rhizictonia solani* dan *Phytophthora infestan* pada tanaman kentang umur >50 hst

No.	Perlakuan	<i>Rhizictonia solani</i> (z)	<i>Phytophthora infestan</i> (w)
1	Granola	13.00 ab	10.20 d
2	Granola Garut	30.00 c	9.86 cd
3	GM-08	24.33 bc	9.93 cd
4	Repita	30.66 c	4.30 a
5	GM-05	23.33 bc	9.80 cd
6	Merbabu	5.66 a	8.93 c
7	Margahayu	6.33 a	20.60 e
8	Kikondo	23.66 bc	7.53 b
9	Cipanas	6.33 a	7.83 b

Secara umum semua varietas kentang yang insidendi uji relatif toleran terhadap *Phytophthora infestan* kecuali varietas margahayu dengan insiden serangan paling tinggi mencapai 20.60%, sedangkan varietas kentang lainnya dengan insiden serangan penyakit *Phytophthora infestan* berkisar antara 7.53 sampai 10.20%. Varietas kentang Repita mempunyai insiden serangan penyakit *Phytophthora infestan* paling rendah 4.30 %.

Pada saat tanaman memasuki fase generatif beberapa varietas kentang mulai diserang oleh penyakit *Rhizictonia solani*. Varietas yang rentan terhadap penyakit *Rhizictonia solani* adalah Granola Garut, Repita, GM-08, Kikondo, GM05 dan Granola Garut sedangkan varietas Cipanas, Margahayu dan Merbabu relatif lebih toleran terhadap penyakit *Rhizictonia solani*. Dengan gejala penyakit lebih rendah dan insiden serangan penyakit antara 5.66-6.33%

Kesimpulan

1. Varietas Cipanas mencapai hasil tertinggi yaitu 30,14 Ton/ Ha diikuti varietas lain yang mencapai hasil umbi diatas 20 Ton/ Ha yaitu Granola Garut yaitu (28.25 ton/ Ha), varietas Merbabu (25.75 ton/ Ha), Repita (24.37 ton/ Ha), Kikondo (23.85 ton/ Ha).
2. Varietas Cipanas mempunyai insiden serangan penyakit Phytophthora infestan(7.83%) dan Rhizictonia solani(6.33%) lebih rendah dari varietas lain yang diuji.

Daftar Pustaka

- [1] Burton, WG 1989, *The potato*, ed 3, Longman Scientific and Technical, UK..
- [2] Subijanto and P. Isbagyo. 1988. Vegetable production and policy in Indonesia. In *Vegetable research in south east Asia.AVRDS-ADB workshop on collaborative vegetable research in South East Asia*.(Asian Vegetable Research and Development Centre Taiwan). Pp.87-104.
- [3] Dimiyati, A 2003. Research priorities for potato in Indonesia Progress in potato and sweet potato research in Indonesia Fuglie, Keith O. (ed).*Proceedings of the CIP-Indonesia Research Review Workshop*, held in Bogor Indonesia, March 26-27, 2002. International Potato Center (CIP), Bogor, Indonesia, 2003. pp. 15-20.
- [4] Rhoades, R.E., R.J Hijmans and L. Huaccho. 2001. *World potato atlas Indonesia*. [Online], International Potato Center (CIP), Available from <http://gis.cip.cgiar.org/gis/PotatoAtlas/asia/Indonesia.htm> [30 April 2002].

BMG-3

Pengujian Kualitas Beberapa Genotipe Bawang Putih (*Allium sativum* L) pada Penanaman di Dataran Tinggi Lembang

Suwarni Tri Rahayu^{1a}, Diny Djuariah¹, Ali Asgar¹

¹Balai Penelitian Tanaman Sayuran (BALITSA) Jl. Tangkuban Perahu no 517 Lembang, Bandung. Telp. 022 2786245. Fax. 022 2785591

^aswarnit@yahoo.com

Abstrak. Bawang putih merupakan jenis sayuran umbi yang mengandung nutrisi dan antioksidan yang diperlukan bagi tubuh. Tujuan penelitian ini untuk mengevaluasi kualitas beberapa genotipe bawang putih yang akan dilepas sebagai varietas. Bawang putih ditanam di Lembang pada ketinggian 1200 dpl. Analisis dilakukan di laboratorium Fisiologi Hasil Balai Penelitian Tanaman Sayuran (Balitsa), Lembang pada tahun 2015. Percobaan dilakukan dengan Rancangan Acak Kelompok menggunakan 8 genotipe yang diuji dengan 3 ulangan. Pengujian kualitas bawang putih dengan parameter berat umbi, diameter umbi, tekstur, kadar air, kandungan sulfur, dan kandungan antioksidan. Uji organoleptik dilakukan pada 15 panelis tidak terlatih dengan parameter warna, tekstur, ukuran, kenampakan, bentuk, dan aroma. Panelis memberikan penilaian dari skor 1 (sangat suka) sampai 5 (sangat tidak suka). Analisis statistik menggunakan PKBT STAT dan dilanjutkan dengan uji Tukey pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan Genotipe B4 memiliki berat dan diameter terkecil. Tekstur, kadar air, dan kandungan antioksidan tidak berbeda nyata dari semua genotipe yang diuji. Genotipe B1 dan B2 memiliki ukuran dan aroma yang lebih disukai konsumen sedangkan Genotipe B8 memiliki warna, kenampakan, dan bentuk yang juga lebih disukai konsumen dibandingkan genotipe lain.

Kata kunci: Bawang putih, Dataran tinggi, Genotipe, Kualitas

Abstract. Garlic is a type vegetables that contain nutrients and antioxidants necessary for the body. The purpose of this study to evaluate the quality of some genotypes of garlic which will be released as varieties. Garlic planted in Lembang at an altitude of 1200 asl. Analyses were performed in the laboratory of Physiology of IVEGRI Lembang in 2015. The experiments were performed using a randomized block design 8 genotypes were tested with three replications. Garlic quality testing parameters weight, diameter, texture, moisture content, sulfur content, and the content of antioxidants. Organoleptic tests conducted on 15 trained panelists with the parameters of color, texture, size, appearance, shape, and flavour. Panelists provide an assessment of a score of 1 (very like) to 5 (very dislike). Statistical analysis using PKBT STAT and followed by Tukey's test at 5% level. The results showed genotype B4 has weight and smallest diameter. Texture, moisture content, and antioxidant content was not significantly different from all genotypes tested. Genotype B1 and B2 has the size and aroma preferred consumers while genotype B8 has a color, appearance, and shape are also preferred consumers than other genotypes.

Keywords: Garlic, Highlands, Genotype, Quality

Pendahuluan

Bawang putih (*Allium sativum*L.) adalah nama tanaman dari genus *Allium* sekaligus nama dari umbi yang dihasilkan. Bawang putih sudah lama menjadi bahan makanan di daerah sekitar Laut Tengah, serta bumbu umum di Asia, Afrika, dan Eropa. Digunakan baik sebagai campuran masakan maupun pengobatan. Umbi dari tanaman bawang putih merupakan bahan utama untuk bumbu dasar masakan Indonesia. Para peneliti telah membuktikan bahwa ada lebih dari 200 komponen diidentifikasi dari bawang putih, seperti vitamin, protein, lipid, elemen Se, flavonoid dan setidaknya 33 senyawa organosulfur yang berbeda [1]. Kandungan bawang putih per 100 g umbi kering meliputi: air 68%, protein 3,5 g, lemak 0,3 g, abu 1 g, Ca 29 mg, P 202 mg, K 529 mg [2].

Manfaat bawang putih banyak yang kita dapat rasakan untuk kehidupan sehari-hari. Bawang putih memiliki keunggulan dalam mencegah penyakit kanker. Bawang putih mengandung senyawa-senyawa sulfur, termasuk zat kimia yang disebut alliin yang membuat bawang putih mentah terasa getir. Khasiat paling populer dari bawang putih adalah sumber antioksidan yang sangat kaya dan tentunya dibutuhkan oleh tubuh. Bawang putih mengandung antioksidan, yang dapat melindungi tubuh dari radikal bebas. Fungsi antioksidan untuk menjaga kolesterol dari oksidasi [3]. Bukan hanya untuk mencegah, bawang putih juga dikenal sebagai anti virus dan bakteri, zat yang terkandung dalam bawang putih ini dapat membantu mencegah perkembangan bakteri, jamur, ragi, dan virus serta cacing. Unsur kimia utama dalam bawang putih adalah alliin yang merupakan cysteine sulfoxide dan peptida γ -glutamylcysteine. Bawang putih dalam bentuk serbuk berisi 1% alliin (S-allyl cysteine sulfoxide). Salah satu bentuk aktif bawang putih adalah allicin (diallyl tiosulfonate atau diallyl disulfide). Pada saat bawang putih dipotong enzim alinase akan diaktivasi dan alliin berubah menjadi allicin, selanjutnya allicin dimetabolisme menjadi vinyl-ditiines. Ekstrak bulbus bawang putih yang diberikan pada tikus yang diinduksi streptozotosein menu-runkan hiperfagia dan polidipsia. Allicin yang diberikan secara oral pada tikus yang diinduksi aloksan menurunkan kadar glukosa dan meningkatkan aktivitas insulin. Kombinasi ekstrak bulbus bawang putih dan rimpang kunyit dapat digunakan sebagai obat antidiabetes oral pada penderita diabetes melitus (DM) tipe 2, dan secara klinis telah terbukti dapat menurunkan kadar glukosa darah dengan dosis 2,4 g/hari [4].

Kualitas suatu produk pangan ditentukan oleh penampilan fisik meliputi bentuk, ukuran, warna, dan tekstur serta kandungan gizi didalamnya. Penampilan dan kualitas yang baik akan mempengaruhi penerimaan konsumen terhadap suatu produk. Ukuran merupakan parameter kualitas yang menentukan harga pasar dan penerimaan konsumen. Untuk pasar ekspor memiliki standar kualitas tertentu yang lebih tinggi dari standar kualitas pasar domestik. Bawang putih merupakan jenis sayuran yang rutin dipasok dari negara lain ke Indonesia. Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat aktivitas impor jenis pangan ini masih terus berlanjut hingga sekarang. Berdasarkan data BPS, impor bawang putih pada April 2016 mencapai 29.346 ton dengan nilai US\$ 25,5 juta. Negara asalnya adalah China dengan volume 28.826 ton dan nilai US\$ 25,1 juta, kemudian India dengan volume 519 ton dan nilai US\$ 379 ribu [5]. Upaya - upaya untuk mengurangi ketergantungan bahan pangan termasuk bawang putih perlu dilakukan antara lain dengan perakitan varietas unggul baru. Ketersediaan benih bawang putih yang memiliki kualitas yang baik dan disukai konsumen diharapkan dapat mendukung program ketahanan pangan. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kualitas beberapa genotipe bawang putih yang akan dilepas sebagai varietas.

Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan mulai bulan Mei-Oktober 2015 di Lembang. Delapan genotipe yang digunakan meliputi B1-B8 (Malang 1, Malang 2, Karanganyar 1, Karanganyar 2, Tegal 1, Tegal 2, Sembalun 1, Sembalun 2). Penelitian menggunakan Rancangan Kelompok tiga ulangan. Pupuk kandang diberikan dengan dosis 10 ton/ha, pupuk NPK (16-16-16) sebanyak 1,5 ton/ha dan dolomit sebanyak 1 ton/ha. Pupuk NPK diberikan sebanyak setengah dosis sebagai

pupuk dasar pada saat tanam (750 kg/ha), selanjutnya diberikan pada 10 minggu setelah tanam (MST) dan 18 MST berturut-turut sebanyak 400 kg/ha dan 350 kg/ha. Pengujian kualitas bawang putih dengan parameter berat umbi, diameter umbi, tekstur, kadar air, kandungan sulfur, dan kandungan antioksidan. Uji organoleptik dilakukan pada 15 panelis tidak terlatih dengan parameter warna, tekstur, ukuran, kenampakan, bentuk, dan aroma. Panelis memberikan penilaian dari skor 1 (sangat suka) sampai 5 (sangat tidak suka). Analisis statistik menggunakan PKBT STAT dan dilanjutkan dengan uji Tukey pada taraf 5%.

Hasil

Karakteristik umbi bawang putih genotipe B1, B7 dan B8 (Tabel 1) menunjukkan berat umbi dan diameter umbi yang berbeda nyata dengan B4. Berat umbi terbesar pada genotipe B8, sedangkan berat umbi terkecil pada genotipe B4. Ukuran diameter umbi pada genotipe B3 dan B4 berbeda nyata dengan B1, B6, B7, dan B8. Diameter umbi terbesar pada genotipe B7, sedangkan terkecil pada genotipe B3.

Tabel 1. Karakteristik Umbi Bawang Putih

Genotipe	Berat umbi (g)	Diameter umbi (mm)	Tekstur (mm/50 g/dtk)	Kadar air (%)	Sulfur (ppm)	Antioksidan (ppm)
B1	20.69a ± 2.79	34.62a ± 1.22	1.58 ± 0.21	66.32 ± 0.47	124.90bc ± 6.47	0.67 ± 0.02
B2	17.56ab ± 4.91	33.23ab ± 2.58	1.33 ± 0.08	66.17 ± 0.21	136.54b ± 7.28	1,00 ± 0.10
B3	12.58bc ± 0.79	24.70c ± 0.93	1.27 ± 0.28	66.77 ± 0.22	123.59bc ± 5.37	0.33 ± 0.01
B4	7.23c ± 0.41	29.32b ± 0.46	1.42 ± 0.16	63.85 ± 0.31	111.66cd ± 1.06	1,00 ± 0.11
B5	16.63ab ± 6.10	33.27ab ± 4.07	1.50 ± 0.12	62.12 ± 0.34	135.94b ± 7.88	0.67 ± 0.03
B6	18.82ab ± 3.50	34.21a ± 2.00	1.35 ± 0.09	63.22 ± 0.12	172.69a ± 0.51	0.67 ± 0.22
B7	21.11a ± 1.53	36.53a ± 1.82	1.40 ± 0.46	65.40 ± 0.24	127.95b ± 7.48	0.33 ± 0.76
B8	22.29a ± 3.58	35.65a ± 2.13	1.30 ± 0.15	64.81 ± 0.20	97.85d ± 0.56	1,00 ± 0.09

Dari semua perlakuan yang diuji, menunjukkan nilai tekstur (kekerasan) dan kadar air yang tidak berbeda nyata. Nilai tekstur terendah pada genotipe B3, dan nilai tekstur tertinggi pada genotipe B1. Genotipe B5 memiliki kadar air paling rendah yaitu 62.12%, sedangkan genotipe B1 memiliki kadar air tertinggi yaitu 66.32%.



Gambar 1. Delapan genotipe bawang putih yang diuji

Tabel 2. Uji Organoleptik Bawang Putih

Genotipe	Warna	Tekstur	Ukuran	Kenampakan	Bentuk	Aroma
B1	2.93a ± 0.70	2.27a ± 0.88	2.27b ± 0.88	2.40b ± 0.63	2.67 ± 0.98	2.53 ± 0.92
B2	2.93a ± 0.80	2.13a ± 0.52	2.07b ± 0.70	2.33b ± 0.62	2.40 ± 0.91	2.40 ± 0.83
B3	2.87ab ± 1.36	2.73a ± 0.80	2.80ab ± 0.86	2.60ab ± 0.74	2.67 ± 0.62	2.93 ± 0.70
B4	2.93a ± 0.80	2.67a ± 0.62	3.40a ± 0.63	2.73ab ± 1.03	2.67 ± 0.90	2.73 ± 0.96
B5	3.07a ± 0.96	2.40a ± 0.74	2.67ab ± 0.82	2.67ab ± 0.90	2.67 ± 0.90	2.60 ± 0.99
B6	3.40a ± 0.91	2.80a ± 0.68	3.47a ± 0.74	3.47a ± 0.92	3.13 ± 0.92	3.13 ± 0.99
B7	1.87bc ± 0.92	2.67a ± 0.82	2.87ab ± 0.83	2.87ab ± 1.13	2.60 ± 0.83	2.73 ± 1.10
B8	1.80c ± 0.94	2.73a ± 0.70	2.60ab ± 0.63	2.13b ± 0.74	2.20 ± 0.86	2.87 ± 1.19

NB. 1= sangat suka, 5 = sangat tidak suka

Pengujian organoleptik terhadap lima belas panelis tidak terlatih menunjukkan parameter warna, ukuran dan kenampakan berbeda nyata, sedangkan parameter bentuk dan aroma tidak berbeda nyata. Panelis memberikan penilaian dari sangat suka sampai suka pada genotipe B7 dan B8. Nilai kesukaan terhadap tekstur dari genotipe yang diuji berkisar antara 2.07- 3,47 (suka sampai biasa). Dari parameter kenampakan secara keseluruhan, genotipe B1, B2, dan B8 menunjukkan nilai yang disukai panelis.

Pembahasan

Kandungan sulfur dalam genotipe B6 menunjukkan nilai yang nyata lebih tinggi dibandingkan genotipe lain yang diuji. Kandungan antioksidan pada semua genotipe yang diuji menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata, namun genotipe B2, B4, dan B8 menunjukkan nilai yang paling tinggi. Faktor genetik sangat mempengaruhi serapan unsur hara dalam tanaman dan pertumbuhan tanaman yang mempengaruhi produksi dan kualitas bawang daun yang dihasilkan [6]. Aspek lingkungan seperti kelembaban, suhu, pencahayaan, jenis tanah, jenis pupuk yang digunakan, dan teknik budidaya juga sangat mempengaruhi pertumbuhan dan hasil produksi [7]. Penggunaan pupuk mempengaruhi kandungan sulfur dalam bawang putih. Penggunaan pupuk yang mengandung unsur sulfur dengan dosis 30 kg/Ha menunjukkan kandungan sulfur yang tinggi. Sedangkan penggunaan pupuk yang mengandung banyak Nitrogen kurang berpengaruh baik pada kandungan sulfur bawang putih [8]. Jenis kultivar dan lokasi penanaman juga mempengaruhi kandungan sulfur bawang putih [9]. Kandungan sulfur, polifenol, dan Total Padatan terlarut akan terus menurun selama penyimpanan dan sangat nyata setelah enam minggu penyimpanan [10].

Pada parameter bentuk, genotipe B2 dan B8 lebih disukai panelis meskipun tidak berbeda nyata diantara semua perlakuan. Panelis lebih menyukai genotipe B1, B2, dan B5 dibandingkan genotipe lain dari parameter aroma. Penampilan dan kualitas yang baik akan mempengaruhi penerimaan konsumen terhadap suatu produk. Jenis pupuk yang digunakan akan mempengaruhi tingkat kecerahan warna pada tanaman. Penggunaan pupuk organik memberikan warna yang lebih cerah dibandingkan pupuk anorganik. Warna merupakan salah satu parameter mutu dalam produk. Semakin cerah warna, semakin disukai konsumen. Warna juga merupakan salah satu parameter dalam menentukan waktu panen [11].

Uji kesukaan (hedonik) dilakukan apabila uji di desain untuk memilih satu produk di antara produk lain secara langsung. Tekstur (kekerasan) merupakan parameter mutu yang menentukan kesegaran dan kenampakan produk. Konsumen menyukai bawang putih yang agak keras selain memiliki aroma khas bawang putih. Penggunaan skala hedonik dapat digunakan untuk mengetahui perbedaan, sehingga sering digunakan untuk menilai secara organoleptik produk sejenis. Mutu sensori bahan pangan adalah ciri karakteristik bahan pangan yang dimunculkan oleh satu atau kombinasi dari dua atau lebih sifat-sifat yang dapat dikenali dengan menggunakan pancaindra manusia. Pengujian sensori atau lebih dikenal pengujian organoleptik

merupakan suatu proses identifikasi, pengukuran ilmiah, analisis, dan interpretasi atribut-atribut produk melalui lima panca indra manusia yang dapat bersifat kualitatif maupun kuantitatif [12].

Hasil penelitian menunjukkan Genotipe B4 memiliki berat dan diameter terkecil. Tekstur, kadar air, dan kandungan antioksidan tidak berbeda nyata dari semua genotipe yang diuji. Genotipe B1 dan B2 memiliki ukuran dan aroma yang lebih disukai konsumen sedangkan Genotipe B8 memiliki warna, kenampakan, dan bentuk yang juga lebih disukai konsumen dibandingkan genotipe lain.

Daftar Pustaka

- [1] Stajner, D., N. Milić, J. Canadanović-Brunet, A. Kapor, M. Stajner, B.M. Popović, 2006.
- [2] Meer, Q.P. And A.H.Permadi.1994. *Cucumis sativus* L. p. 157-160. In Siemonsma, J.S., and K. Piluek (Eds). *Plant Resources of South- East Asia 8 Vegetables*. Prosea Foundation. Bogor, Indonesia.
- [3] Brock, K.,G. Gridley, B.C. Chiu, A.G. Ershow, C.F. Lynch and K.P. Cantor.2010. Increased intake of fruits and vegetables high in vitamin C and fibre is associated with decreased risk of renal cell carcinoma in the US.*European Journal of Cancer*.Vol.46(14).2563-2580.
- [4] Setiawan, A.S, E.Yulinah,I K. Adnyana,H. Permana, P. Sudjana. 2011. *Efek AntidiabetesKombinasi Ekstrak Bawang Putih (Allium sativum Linn.) dan Rimpang Kunyit (Curcuma domestica Val.) dengan Pembanding Glibenklamid pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2. MKB*.Vol.43(1).
- [5] BPS.2016. www.bps.go.id. Diakses 17 Mei 2016.
- [6] Villora,G.,D.A.Moreno., L.Romero. 2003. Crop Quality Under Adverse Conditions: Importance of Determining the Nutritional Status in Dris, R., R.Niskanen., S.M., Jain (Eds). *Crop Management and Postharvest Handling of Horticultural Products Volume III*. Science Publisher, Inc. USA. 55-76.
- [7] Ghosh, B. C and S. Palit. 2003. Nutrition of Tropical Horticulture Crops and Quality Products. In Dris,R., R.Niskanen., S.M.,Jain (Eds). *Crop Management and Postharvest Handling of Horticultural Products Volume III*. Science Publisher, Inc. USA. 133-200 pp.
- [8] Bloem, E., S. Haneklaus, E. Schnug. 2011. Storagelife of field-growngarlicbulbs (*Allium sativum* L.) as influenced by nitrogen and sulfur fertilization. *J. Agric. Food Chem.* Vol.59 (9): 4442–4447.
- [9] Montañó, A, V.M. Beato, F. Mansilla, F. Orgaz. 2011. Effect of genetic characteristics and environmental factors on organosulfur compounds in garlic (*Allium sativum* L.) grown in Andalusia, Spain.*J. Agric. Food Chem.* Vol.59 (4):1301–1307.
- [10] Fei, M.L., L.Tong, L.Wei, L.D.Yang. 2015. Changes in antioxidant capacity, levels of soluble sugar, total polyphenol, organosulfur compound and constituents in garlic clove during storage.*Industrial Crops and Products*. Vol.69:137-142.
- [11] Salunkhe, D.K., Bolin, H.R., N.R.Reddy. 1991. *Storage, Processing, and Nutritional Quality of Fruit and Vegetable. Vol I. Fresh Fruit and Vegetable*. CRC Press.Inc. Florida.
- [12] Setyaningsih, D., A.Apriyantono, M.P.Sari. 2010. Analisis Sensori untuk Industri Pangan dan Agro. IPB Press. Bogor.

BMG-8

Karakterisasi 30 Aksesori Sumber Daya Genetik Mentimun (*Cucumis sativus*)

Luthfy

Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang, Jawa Barat
Jl. Tangkubanperahu no 5017, Lembang, Bandung

E-mail : yuyud.1958@yahoo.com

Abstrak. Karakterisasi 30 aksesori Sumber Daya Genetik Mentimun (*Cucumis sativus*), 2012. Kegiatan karakterisasi dilaksanakan di Lapangan Kebunpercobaan Balai Penelitian Tanaman Sayuran Lembang sejak bulan Maret sampai Juli 2012. Semua bahan karakterisasi ditanam di lapangan. Bahan karakterisasi berjumlah 30 aksesori, Mentimun ditanam dibedengan yang menggunakan mulsa plastik hitam perak. Karakter masing-masing aksesori mentimun diamati berdasarkan panduan deskripsi yang mengacu pada AVRDC dan IPGRI. Karakter yang diamati meliputi semua sifat kualitatif dan kuantitatif tanaman dari mulai bibit, fase vegetatif dan generatif yang meliputi bunga, buah dan biji. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa dari 30 aksesori SDG mentimun yang di karakterisasi sangat bervariasi dan satu sama lain menunjukkan aksesori dengan karakter yang berbeda, keadaan ini akan lebih memudahkan dalam menyeleksi bahan dasar untuk perakitan varietas baru.

Kata kunci: Mentimun (*Cucumis sativus*); Sumber Daya Genetik; Karakterisasi

Abstract. The characterization of 30 accessions Genetic Resources (*Cucumber Cucumis sativus*), 2012. The characterization implemented in Field trial Gardens Vegetable Crops Research Institute Lembang from March to July 2012. All material characterization planted in the field. Materials characterization amounted to 30 accessions, Cucumbers planted in beds that use black plastic mulch silver. Each character cucumber accession guidelines observed by the description which refers to the AVRDC and IPGRI. Characters are observed covering all plant traits ranging from seed, vegetative and generative phase that includes flowers, fruits and seeds. The characterization results showed that of the 30 accession SDG cucumber in the characterization of each other showing different accessions, This situation will make it easier in selecting the base material for the assembly of new varieties .

Keywords: Cucumbers (*Cucumis sativus*); Genetic Resources; Characterization

Pendahuluan

Kesadaran akan bahaya erosi genetik bagi pemuliaan tanaman telah diwujudkan sebagai upaya pelestarian bahan genetik tanaman, misalnya kegiatan eksplorasi, karakterisasi dan dokumentasi [1] [2]. Salah satu alternatif haluan bagi strategi pembangunan dan peningkatan pemanfaatan plasma nutfah dalam pengembangan hortikultura adalah pendataan ciri – ciri primertika.

Karakterisasi sifat, evaluasi parameter pemuliaan, penelaahan perilaku pewarisan sifat genetik kultivar teridentifikasi beserta koleksi plasma nutfah yang dijadikan modal untuk sumber genetik tanaman. Identifikasi sifat kuantitatif dan kualitatif SDG dapat dilakukan melalui karakterisasi

dan praevaluasi, hal ini untuk mempermudah dalam pemilihan bahan dasar pemuliaan. Menurut [3], praevaluasi biasanya dilakukan untuk menyeleksi reaksi genotipe terhadap cekaman lingkungan biotik dan abiotik, sedangkan karakterisasi dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat morfologi dan agronomi tanaman. Pelaksanaan kegiatan karakterisasi selama ini mengacu pada pedoman yang ditetapkan oleh Lembaga Internasional [4]. Adapun tujuan dari kegiatan ini adalah untuk mengkarakterisasi sifat-sifat tanaman dari 30 koleksi plasma nutfah sayuran Mentimun.

Bahan dan Metode

Kegiatan karakterisasi dilaksanakan di lapangan kebun percobaan Balitsa Lembang pada tahun 2012. Jumlah SDG mentimun yang di karakterisasi adalah 30 akses, mentimun ditanam di bedengan yang menggunakan mulsa plastik hitam jarak tanam 70 x 50 cm.

Bahan karakterisasi dipelihara secara maksimal, sehingga semua karakter akan tampak dan dalam kondisi baik. Pengamatan karakter tanaman mentimun mengacu pada sumber dari IBPGR 1992 dan AVRDC 2002. Pengamatan meliputi karakter pada sifat kualitatif dan kuantitatif yang diamati pada fase vegetatif dan generatif diantaranya:

1. Vegetatif : Tipe tumbuh; Bentuk daun ; Bentuk lobus daun dan Warna daun serta ukuran daun
2. Generatif : Umur berbunga; Ukuran buah; Bentuk buah ; Umur panen; Warna buah konsumsi; Warna buah Matang; bentuk buah dan jumlah lokul

Hasil dan Pembahasan

Kegiatan karakterisasi 30 akses mentimun diamati berdasarkan deskriptor list. Pengamatan mengacu pada descriptor list yang bersumber dari [6] dan [7]. Karakter yang diamati meliputi karakter vegetative dan generatif (mencakup karakter bunga, buah dan biji). Dari pengamatan visual pada 30 akses mentimun, variasi karakter yang tampak pada fase vegetative adalah pada ukuran kotiledon. Sedangkan pada karakter buah, variasi tampak pada bentuk buah, bentuk pangkal buah, warna buah, warna bintik buah, warna duri dan warna garis pada permukaan buah.

Dari 31 karakter yang diamati, 5 karakter diantaranya mempunyai penampilan sama dari semua akses yang dikarakterisasi yaitu untuk karakter warna kotiledon (hijau), warna hipokotil (hijau), bentuk helai daun (bentuk hati), bentuk ujung helai daun (runcing) dan semua akses mempunyai garis warna pada buah walaupun dengan warna yang bervariasi dari hijau muda, hijau dan bening/ putih

Hasil pengamatan pada 30 akses mentimun adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Data Benih

Warna kotiledon	: Hijau	100	%
Ukuran kotiledon (cm)	: < 4 cm	60,0	%
	: ≥ 4 cm	40,0	%
	< 1,5	3,3	%
	≥ 1,5 – 2	60	%
	≥ 2	36,7	%
Warna hopokotil	: Hijau	100	%

Tidak ada perbedaan warna kotiledon dan warna hipokotil pada 30 akses mentimun yang dikarakterisasi, walau demikian ada perbedaan ukuran kotiledon dari masing masing akses yaitu 60% dari akses yang di karakter mempunyai ukuran <4cm sedangkan 40% lainnya mempunyai ukuran ≥4cm

Tabel 2. Data Vegetatif

Bentuk helai daun	: Bentuk hati	100	%
Bentuk lobus daun	: Kuat	63,3	%
	Sedang	33,3	%
	Lemah	3,03	%

Helai daun tambahan	: Repand	100	%
Ujung helai daun	: Runcing	100	%
Panjang daun (cm)	: 15-20	30,0	%
	20,1-25	66,72	%
	>25	3,03	%
Lebar daun (cm)	: 21-<25	63,3	%
	≥25	36,7	%
Jumlah lobus daun	: 6-1	3,03	%
	7-1	83,4	%
	8-1	13,3	%
Tipe tumbuh	: Sedang	40	%
	Rimbun	60	%

Dari pengamatan karakter vegetatif khususnya karakter pada daun variasi terdapat pada karakter lobus daun, ukuran daun yang meliputi panjang dan ukuran daun, jumlah lobus daun dan tipe tumbuh.

Tabel 3. Data Pembungaan

Panjang ovary (cm)	: <3	16,7	%
	≥3	83,3	%
Diameter ovary (cm)	: >0,7- <0,8	23,3	%
	≥ 0,8- <0,9	56,7	%
	≥ 0,9	10,0	%
Bentuk ovary	: Elips	87,0	%
	Memanjang	13,0	%

Terdapat variasi untuk beberapa karakter yang diamati pada bunga SDG mentimun, yaitu pada ukuran ovary dan bentuk ovary, ukuran ovary bervariasi antara 0,71 – 0,93 cm, yang paling banyak bentuknya antara 0,8 – 0,9 cm mencapai 56,7 % sedangkan bentuk ovary hanya ada dua bentuk elip dan memanjang, tetapi lebih banyak yang berbentuk elip mencapai 87,0 %.

Tabel 4. Data Buah

Warna buah komersil	: Hijau gelap	3,3	%
	Hijau	30,0	%
	Hijau muda	40,0	%
	Hijau keputihan	26,7	%
Panjang buah (cm)	: <15	50,0	%
	≥15	50,0	%
Diameter buah (cm)	: <2,5	3,3	%
	≤2,5-3	3,3	%
	3 - 3,5	43,3	%
	>3,5	50,0	%
Tebal daging (cm)	: < 0,6	6,7	%
	0,6 – 07	70,0	%
	> 0,7	23,3	%
Jumlah lokul	: < 3	66,7	%
	≥ 3	33,3	%
Warna buah matang	: Kuning	13,3	%
	Coklat	86,7	%
Bentuk buah	: Oblong	6,7	%
	Elips	76,7	%
	Stem end	10,0	%
	Blossom	3,3	%
	Tappered	3,3	%
Pangkal buah	: Membulat	73,3	%
	Rata	10,0	%
	Meruncing	16,7	%
Ujung buah	: Membulat	76,6	%
	Rata	16,7	%
	Meruncing	6,7	%
Bintik buah	: Ada	96,7	%

	Lemah/Tidak ada	3,3	%
Warna bintik buah	: Hijau terang	43,3	%
	Hijau	53,3	%
	Hijau tua	3,3	%
Keberadaan duri pada buah	: Ada	100	%
Warna duri	: Hitam	73,3	%
	Putih	23,3	%
	Hijau	3,3	%
Garis warna pada buah	: Ada	100	%
Warna garis pada buah	: Hijau muda	80,0	%
	Hijau	6,7	%
	Bening/putih	13,3	%

Variasi yang cukup banyak tampak pada karakter buah diantaranya warna buah konsumsi/komersil yang bervariasi antara hijau muda, hijau keputihan, hijau dan hijau tua. Variasi juga tampak pada ukuran buah, tebal daging buah, warna buah matang, bentuk buah, bentuk pangkal buah dan ujung buah

Setiap daerah di Indonesia memiliki tingkat pilihan yang berbeda untuk ukuran dan warna buah mentimun dan tergantung untuk peruntukannya. Untuk daerah Jawa Barat umumnya konsumen lebih menyukai buah konsumsi yang berwarna hijau dan berbuah kecil karena biasanya dikonsumsi sebagai lalaban mentah. Dari SDG yang terkarakterisasi 30 % diantaranya mempunyai buah konsumsi berwarna hijau dan 40 % berwarna hijau muda, tujuh aksesori mempunyai ukuran 11-13 cm.

Karakter yang spesifik pada SDG mentimun yaitu pada buah konsumsi, diantara keberadaan bintik pada buah. Ada aksesori yang memiliki bintik dan ada yang tidak. Karakter warna bintiknya bervariasi dari warna hijau terang, hijau dan hijau tua. Karakter lain pada buah yang dimiliki semua aksesori yang dikarakterisasi yaitu keberadaan duri dan garis warna pada buah tetapi Warna duri bervariasi ada yang hitam, putih dan hijau. Sedangkan warna garis pada buah mentimun bervariasi hijau muda, hijau dan bening/putih.

Kesimpulan

1. Dari 30 SDG mentimun yang dikarakterisasi semua menunjukkan karakter aksesori yang berbeda
2. Keaneka ragaman karakter pada SDG mentimun merupakan bahan dasar untuk perakitan varietas dalam kegiatan pemuliaan

Daftar Pustaka

- [1] Astanto. 1994. Pengelolaan dan Dokumentasi Plasma Nutfah Tanaman Pangan. Makalah Balittan Malang. No.94122 disampaikan pada "Pelatihan Plasma Nutfah Pertanian" tanggal 12-24 Desember 1994 di BLPP Ketindan. Malang.
- [2] Chardha, M.L. A.M.K. Amzad Hossain, and S.M. Monowar Hossain. 1992. Germplasm collection, evaluation, documentation and conservation. Asian vegetable Research and Development Center. Shanhua. Taiwan.
- [3]
- [4] IBPGR. 1992. Buckwheat genetic in East Asia. Paper of an IBPGR Workshop, Ibaraki, Japan. International Crop Network Series No.6. International Board for Plant Genetic Resources, Rome.
- [5] AVRDC - GRSU, 2002. Characterization Record Sheet of Vegetables. Asian Vegetables of Research and Development Center, Tainan, Taiwan ROC.
- [6]
- [7]

BMG-6

Pengaruh Cara dan Lama Simpan Terhadap Mutu Bawang Merah Varietas Bima Brebes dengan Metode Penyimpanan Petani

S.T. Rahayu^{1,a}, D. Musaddad¹, E. Murtiningsih¹

¹Balai Penelitian Tanaman Sayuran (BALITSA) Jl. Tangkuban Perahu no 517 Lembang, Bandung. Telp. 022 2786245. Fax. 022 2785591

^aayyuks@gmail.com

Abstrak. Bawang merah merupakan salah satu komoditas sayuran yang memiliki nilai ekonomis tinggi, karena kandungan nutrisinya dan sebagai sumber pendapatan petani. Kehilangan hasil pasca panen perlu ditekan dengan teknik penyimpanan yang memperhatikan karakteristik produk, karena bawang merah dipanen masih mengalami proses fisiologis. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh cara dan lama simpan terhadap mutu bawang merah varietas Bima Brebes dengan metode penyimpanan petani. Penelitian dilakukan di Laboratorium Pasca Panen Balai Penelitian Tanaman Sayuran Lembang pada bulan Januari-Maret 2016. Penelitian dilakukan dengan Rancangan Acak Kelompok dengan enam perlakuan dan empat ulangan, yaitu S₁M₁ (protolan + simpan 10 hari), S₁M₂ (protolan + simpan 15 hari), S₁M₃ ((protolan + simpan 25 hari). S₂M₁ (brangkasan+ simpan 10 hari), S₂M₂ (brangkasan+ simpan 15 hari), S₂M₃ (brangkasan+ simpan 25 hari). Parameter yang diamati yaitu berat umbi, diameter umbi, persentase umbi busuk, persentase umbi keropos, persentase umbi bertunas, kadar air, Padatan Terlarut Total (PTT), dan total jumlah mikroba (TPC). Hasil penelitian menunjukkan parameter mutu secara fisik menunjukkan kerusakan terkecil pada perlakuan S₁M₁ (protolan + simpan 10 hari) sedangkan parameter mutu secara kimia menunjukkan tidak berbeda nyata di antara semua perlakuan.

Kata kunci: Bawang merah, Mutu, Petani, Simpan

Abstract. Shallot is one vegetable crops that have high economic value, because the nutritional content and as a source of income of farmers. Loss of post-harvest needs to be pressed with a storage technique that takes into account the characteristics of the product, because shallot was harvested still experiencing physiological processes. The study aims to determine the effect a long way and save on the quality of Bima Brebes onion varieties with farmer storage methods. The study was conducted at the Laboratory of Post Harvest Vegetable Crops Research Lembang in January-March 2016. The study was conducted with a randomized block design with six treatments and four replications, namely S₁M₁ (no leaf + store 10 days), S₁M₂ (no leaf + store 15 days), S₁M₃ ((no leaf + store 25 days). S₂M₁ (with leaf + store 10 days), S₂M₂ (with leaf + store 15 days), S₂M₃ (with leaf + store 25 days). The parameters observed were weight, diameter, damaged tuber, rotten tuber, sprout tuber, moisture content, Total Soluble Solids, and Total Plate Count. Results showed physical quality parameters showed the smallest damage to the treatment S₁M₁ (no leaf + store 10 days) while the chemical quality parameters showed no significant difference among all treatments.

Keywords: Shallot, Quality, Farmer, Storage

Pendahuluan

Bawang merah sebagai komodita strategis sangat fluktuatif dan berpengaruh pada perkembangan inflasi bulanan secara nasional. Usahatani bawang di Indonesia masih memiliki daya saing yang baik, meskipun tingkat elastisitas permintaan dan penawarannya cukup sensitif, sehingga memiliki tingkat resiko usaha tani cukup tinggi. Preferensi konsumen bawang merah di dalam negeri masih tergolong selektif terhadap hasil dan kualitas produk bawang merah, antara lain dari segi ukuran, bentuk, warna dan tingkat aromanya.

Kendala utama produk hortikultura termasuk bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) adalah umur simpan yang relatif pendek sehingga apabila penanganan pasca panen tidak dilakukan dengan baik, akan mengalami penurunan kualitas yang tidak disukai konsumen. Hal ini juga mengakibatkan menurunnya kandungan gizi dan nilai ekonomis bawang merah [1]. Penanganan pasca panen bawang merah diperlukan untuk menjaga mutu dan ketersediaan bawang merah. Kerusakan selama penyimpanan bawang merah meliputi kerusakan fisiologis maupun mikrobiologis. Besarnya kehilangan pascapanen sangat bervariasi menurut jenis komoditi dan tempat penghasil sekitar 20-40% (Wills *et al*, 1998). Bawang merah setelah dipanen akan mengalami perubahan-perubahan akibat pengaruh fisiologis, fisika, kimia, dan mikrobiologis. Kerusakan fisiologis terjadi karena masih terjadi perombakan senyawa-senyawa akibat proses respirasi dan transpirasi masih berlangsung. Hal ini akan menurunkan kandungan makro nutrient maupun mikro nutrient dalam bahan. Kandungan nutrient dalam 100 gram bawang merah yaitu protein 1,5 g, lemak 0,3 g, karbohidrat 9 g, kadar air 88%, serat 0,7 g, Ca 36 mg, P 40 mg, Fe 0,8 mg, vitamin A 5 IU, vitamin B1 0,03 mg, vitamin C 2 mg, PTT 15-27 Brix [2].

Bawang merah termasuk ke dalam bahan makanan yang mudah rusak (*perishable*). Bawang merah dengan kandungan nutrisi dan kadar air yang tinggi, serta material lain yang terlarut dalam air menjadi media yang sesuai untuk pertumbuhan mikroorganisme. Terdapat faktor intrinsik dan faktor ekstrinsik yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme pada bahan makanan. Faktor intrinsik tersebut meliputi pH, aktivitas air, potensial reduksi oksidasi, zat antimikrobia, serta struktur biologi. Faktor ekstrinsik yang dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme meliputi temperatur penyimpanan, kelembaban relatif lingkungan, keberadaan dan konsentrasi gas, serta keberadaan dan aktivitas mikroorganisme lainnya [3]. Kontaminan mikrobiologis merupakan salah satu penyebab mutu bawang merah rendah dan menjadi tidak aman untuk dikonsumsi. Mikroorganisme patogen atau pembusuk menyebabkan degradasi senyawa ataupun kandungan nutrisi yang menyebabkan sel-sel menjadi rusak atau busuk sehingga mempersingkat umur simpan bawang merah [4] [5]. Sayuran jenis bawang mengandung beberapa jamur patogen dengan persentase spesies jamur *Aspergillus* paling dominan yaitu sebesar 63,9%, *penicillium* 15,5%, *Fusarium* 6,4%, *Rhizopus* 5,2%, lain-lain 9% [5].

Cara penyimpanan bawang merah yang baik, sangat diperlukan dalam pengendalian stok secara kontinyu. Kendala yang dihadapi adalah selama ini pengaturan jadwal penanaman, kapasitas dan peta produksi, sehingga harganya menjadi sangat bervariasi di setiap lokasi dan waktu. Secara teknis, bawang merah digolongkan sebagai umbi lapis yang mengalami kekeringan bagian lapisan terluarnya, kemudian mengelupas. Maka bahan ini mudah sekali mengalami susut bobot sekitar 25 % selama penyimpanan untuk daerah tropis. Hasil penelitian pendinginan di daerah sub-tropis, terjadi susut bobot sebesar 17 % [6]. Penyimpanan suhu yang optimal yang sesuai komoditas merupakan cara yang paling umum dan ekonomis untuk penyimpanan jangka panjang bagi produk hortikultura. Cara penyimpanan yang baik diharapkan dapat mengurangi laju respirasi dan transpirasi, proses pematangan, pelunakan, perubahan warna, kekerasan, kehilangan air dan pelayuan, kerusakan karena bakteri, kapang, dan ragi [7].

Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan di Laboratorium Pasca Panen Balai Penelitian Tanaman Sayuran Lembang pada bulan Januari-Maret 2016. Sampel yang digunakan adalah bawang merah varietas Bima dari Brebes. Penelitian dilakukan dengan Rancangan Acak Kelompok dengan enam perlakuan dan empat ulangan. Perlakuan S₁M₁ (protolan + simpan 10 hari), S₁M₂ (protolan + simpan 15 hari), S₁M₃ ((protolan + simpan 25 hari). S₂M₁ (brangkasan+ simpan 10 hari), S₂M₂ (brangkasan+ simpan 15 hari), S₂M₃ (brangkasan+ simpan 25 hari). Parameter yang diamati yaitu berat umbi, diameter umbi, persentase umbi busuk, persentase umbi keropos, persentase umbi bertunas, kadar air, Padatan Terlarut Total (PTT), dan Total jumlah mikroba. Pengamatan dilakukan dari hari ke-0 sampai hari ke-6. Data selanjutnya diolah dengan program PKBT STAT.

Hasil

Perlakuan S₁M₁ menunjukkan berat umbi yang paling besar yaitu 5,10 g, sedangkan pada perlakuan S₁M₃ menunjukkan berat umbi paling kecil yaitu 3,36 g. Diameter umbi bawang merah tidak berbeda nyata diantara semua perlakuan, sedangkan berat umbi pada perlakuan S₁M₁ menunjukkan berbeda nyata dibandingkan perlakuan S₁M₃. Parameter fisik lain yang diukur yaitu jumlah umbi busuk. Perlakuan S₁M₁ menunjukkan jumlah umbi busuk yang paling kecil. Sedangkan parameter S₁M₂ menunjukkan jumlah umbi busuk paling besar. Jumlah umbi yang keropos dan bertunas menunjukkan presentasi yang lebih kecil dibandingkan jumlah umbi busuk dari semua perlakuan.. Kadar air bawang merah yang diuji berkisar antara 85,00-86,00%, sedangkan TSS (Total Padatan Terlarut) bawang yang diuji berkisar 15,00°Brix. Total jumlah mikroba pada perlakuan S₂M₂ menunjukkan jumlah yang paling kecil dibandingkan perlakuan lain.

Tabel 1. Hasil Pengamatan Beberapa Parameter Mutu Bawang Merah

Perlakuan	Berat umbi (g)	Diameter umbi (mm)	Persentase umbi busuk (%)	Persentase umbi keropos (%)	Persentase umbi bertunas (%)	Kadar air (%)	PTT (°Brix)	TPC (log cfu/g)
S ₁ M ₁	5.10a ± 0.05	18.06 ± 0.07	2.57 ± 2.18	1.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	86,00 ± 0.93	15,00 ± 1.00	1.46 x 10 ⁵ ± 1,45
S ₁ M ₂	4.50ab ± 0.06	16.8 ± 0.06	14.99 ± 11.18	1.39 ± 1.28	3.20 ± 0.87	86,00 ± 0.55	15,00 ± 1.01	1.11 x 10 ⁵ ± 0.32
S ₁ M ₃	3.36b ± 0.06	14.51 ± 0.08	14.46 ± 14.60	2.62 ± 2.59	1.56 ± 1.61	86,00 ± 0.49	15,00 ± 1.68	0.69 x 10 ⁵ ± 0.16
S ₂ M ₁	3.56ab ± 0.15	15.45 ± 0.07	5.06 ± 2.42	3.04 ± 2.16	1.44 ± 1.39	86,00 ± 0.71	15,00 ± 0.96	0.65 x 10 ⁵ ± 0.48
S ₂ M ₂	4.47ab ± 0.06	17.00 ± 0.19	4.53 ± 5.55	1.00 ± 0.00	1.71 ± 1.92	85,00 ± 0.46	15,00 ± 1.18	0.61 x 10 ⁵ ± 0.15
S ₂ M ₃	4.53ab ± 0.16	16.93 ± 0.09	4.46 ± 5.66	1.94 ± 2.38	3.11 ± 3.79	85,00 ± 0.88	15,00 ± 2.52	0.75 x 10 ⁵ ± 0.53



Gambar 1. Enam perlakuan penyimpanan bawang merah

Pembahasan

Pada parameter berat umbi, menunjukkan perlakuan S1M1 memiliki berat umbi paling besar. Hal ini karena semakin lama penyimpanan terjadi penyusutan berat umbi yang diakibatkan proses transpirasi maupun respirasi. Bawang merah yang disimpan dengan CA Storage memiliki tekstur yang tidak berbeda nyata dengan bawang merah yang baru dipanen. Susut bobot tertinggi pada bawang merah yang disimpan pada suhu kamar. Warna kulit dan daging buah berbeda tergantung komposisi udara selama CA storage [8].

Presentase umbi busuk pada perlakuan S1M1 menunjukkan nilai paling kecil. Bawang merah pada perlakuan ini disimpan tanpa daun. Adanya daun memungkinkan tumbuhnya mikroorganisme yang menyebabkan bawang merah mudah mengalami kebusukan. Bawang merah sangat mudah mengalami perubahan mutu seperti susut bobot, perubahan volatile dan mengalami kerusakan karena memiliki kandungan air yang tinggi. Hal ini menyebabkan bawang merah memiliki umur simpan yang pendek. Kondisi penyimpanan yang terbaik untuk mempertahankan mutu bawang merah adalah suhu 5°C dengan tingkat kadar awal 80%. Perubahan mutu bawang merah dari perlakuan tersebut hingga penyimpanan 12 minggu adalah susut bobot sebesar 12.49% dengan tingkat kerusakan sebesar 1.71%, kadar air yang mengalami perubahan dari 80.73% menjadi 78.32% dan kadar VRS yang mengalami perubahan dari 26.26 $\mu\text{Eq/g}$ menjadi 23.35 $\mu\text{Eq/g}$ serta perubahan kekerasan dari 4.02 N menjadi 3.49 N [9].

Presentase jumlah umbi bertunas semakin tinggi dengan semakin lamanya penyimpanan. Pada perlakuan bawang dengan disimpan dengan atau tanpa daun. Hal ini karena bawang merah mengalami masa dormasi selama penyimpanan. Pada penyimpanan suhu 20°C pertunasan terjadi setelah 4 minggu dan meningkat 3% perminggu sampai 60% pada penyimpanan 22 minggu. Suhu 4°C pertunasan mulai muncul pada minggu ke 22, dan meningkat 2,5% perminggu dan akhirnya 25%. Lingkungan terutama suhu sangat mempengaruhi pertunasan selain faktor genetis dan jenis varietas [10].

Penyimpanan pada musim hujan menunjukkan tingkat kehilangan pasca panen yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan musim kemarau, yaitu berkisar antara 32,87-61,08% yang sebagian besar disebabkan adanya gangguan fisiologis (keropos), serangan hama gudang serta cendawan [11]. Total jumlah mikroba menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata di antara semua perlakuan. Penelitian penyimpanan bawang merah menggunakan gudang penyimpanan yang dimodifikasi dengan ukuran lebar 3, panjang 4 m dan tinggi 3 m diperoleh bahwa faktor perlakuan cara penyimpanan, frekwensi sortasi serta cara pengendalian OPT tidak berpengaruh nyata terhadap susut bobot, persentase umbi keropos dan umbi bertunas, sedangkan terhadap kerusakan akibat serangan hama penyakit berbeda nyata bahwa tingkat kerusakan pada cara penyimpanan bawang merah yang digantung lebih kecil dibandingkan dengan cara penyimpanan yang ditempatkan di baki-baki.

Kadar air dari semua perlakuan yang diuji menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata. Hal ini dimungkinkan karena bawang merah memiliki kulit luar yang dapat melindungi bagian dalam dan menghambat proses transpirasi maupun respirasi. Lama penyimpanan tidak mempengaruhi secara nyata kandungan PTT bawang merah dari semua perlakuan, hal ini kemungkinan karena lama penyimpanan bawang merah yang diuji masih kurang dari satu bulan. Beberapa karakteristik biokimia berubah selama penyimpanan. Hal ini termasuk perubahan kadar air, konsentrasi senyawa yang berhubungan dengan rasa, asam organik, karbohidrat pengatur tumbuh [12]. Hasil penelitian menunjukkan parameter mutu secara fisik menunjukkan kerusakan terkecil pada perlakuan S_1M_1 (protolan+ simpan 10 hari) sedangkan parameter mutu secara kimia menunjukkan tidak berbeda nyata di antara semua perlakuan.

Daftar Pustaka

- [1] Ghosh, B.C and S. Palit. 2003. Nutrition of Tropical Horticulture Crops and Quality Products. Dalam: Dris, R., R.Niskanen., S.M., Jain (penyunting). *Crop Management and Postharvest Handling of Horticultural Products Volume III*. Science Publisher, Inc. USA. 133-200.
- [2] Permadi, A.H. Q.P.Meer.1994. *Cucumis sativus* L. Hal.64-68.In Siemonsma, J.S., and K. Piluek (Eds). *Plant Resources of South- East Asia 8 Vegetables*. Prosea Foundation. Bogor, Indonesia.
- [3] Jay, J. M. 2000. *Modern Food Microbiology* 6. Maryland: Aspen Pub.
- [4] Jaime, L., M.A. M.Cabrejas, E. Mollá, F. J. L.Andréu, and R. M. Esteban. 2001. Effect of Storage on Fructan and Fructooligosaccharide of Onion (*Allium cepa* L.). *J. Agric. Food Chem.*, 2001, 49 (2).982–988.
- [5] Sang, M.K., G.D. Han, J.Y. Oh, S.C. Chun, K.D. Kim. 2014. *Penicillium brasiliense* as a Novel Pathogen of Onion (*Allium cepa* L.) and other Fungi Predominant on Market Onion in Korea. *Crop Protection*. Vol. 65: 138–142.
- [6] Komar, N, S. Rakhmadionandan L. Kurnia. 2001. Teknik penyimpanan bawang merah pasca panen di Jawa Timur. *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol.2(2).79-95.
- [7] Pantastico, E.B. 1989. *Fisiologi Pascapanen: Penanganan dan Pemanfaatan Buah-buahan dan Sayur-sayuran Tropika dan Sub Tropika*. Penerjemah. Kamariyani. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- [8] Bajer, M.T., M. Gajewski. 2012. The Effect of CA Storage on Quality Parameters of Shallot (*Allium ascalonicum* L.)Bulbs. DOI:10.17660/Acta Hortic. 934.181.
- [9] Muti, A.Khairun. 2015. Penyimpanan bawang merah (*Allium ascalonicum* L) pada suhu rendah dan tingkat kadar air yang berbeda. Tesis. IPB. Bogor.
- [10] Miedema, P. 1994. Bulb Dormancy in Onion. The effect of Temperature and Cultivars on Sprouting and Rooting. *Journal of Horticulture Science*. 69:24-39. Musaddad, D., Kusdibyo, I. Sulastrini dan R.S.Basuki. 2007. Perbaikan Teknik Penyimpanan Bibit Bawang Merah. Laporan Hasil Penelitian Bagian Pasca Panen. Balitsa.
- [11] Musaddad, D., Kusdibyo, I. Sulastrini dan R.S.Basuki. 2007. Perbaikan Teknik Penyimpanan Bibit Bawang Merah. Laporan Hasil Penelitian Bagian Pasca Panen. Balitsa.
- [12] Gemma A. Chope, G.A., L.A. Terry, P.J. White. 2006. Effect of controlled atmosphere storage on abscisic acid concentration and other biochemical attributes of onion bulbs. *Postharvest Biology and Technology*. Vol.39 (3): 233–242.

Topik : Biosistematik dan Ekologi

EK-2

Studi Populasi dan Habitat Biawak air (*Varanus salvator*, Laurenti 1768) di Pulau Kotok Besar, Taman Nasional Kepulauan Seribu, DKI Jakarta

Yusuf Ilyasa Ilham¹, Tatang Suhermana¹ dan Ruhyat Partasasmita^{1, a)}

¹Program Studi Biologi, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran. Jl. Raya Jatinangor KM. 21, Jawa Barat, Indonesia. 45363

^{a)}ruhyat.partasasmita@unpad.ac.id

Abstrak. Biawak air asia (*Varanus salvator*, Laurenti 1786) merupakan salah satu jenis biawak yang terdapat di Indonesia. Kehadiran dari kadal besar ini memiliki fungsi dan manfaat ekologis. Fungsi ekologis biawak air adalah sebagai pemakan bangkai dan predator puncak. Sedangkan untuk fungsi ekonomis, kulit biawak air dapat digunakan sebagai bahan baku komoditas mode, bahan obat-obatan, dan juga sebagai hewan peliharaan. Biawak air di alam banyak diburu oleh manusia karena nilai ekonomi tersebut. Akan tetapi, status konservasi biawak air masih dalam kategori resiko rendah kepunahan. Hal itu dapat memicu perburuan yang lebih besar dan populasi biawak air dapat berkurang. Oleh karena itu, diperlukan data terbaru mengenai populasi biawak air. Populasi akan berkembang biak di habitat yang sesuai, oleh karena itu diperlukan penelitian mengenai jumlah populasi biawak air di Pulau Kotok Besar. Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah jelajah dengan teknik *total count*, studi habitat dianalisis secara deskriptif, sedangkan untuk penggunaan ruang dilakukan pengamatan aktivitas harian dengan '*ad-libitum*'. Hasil perhitungan individu biawak air, didapat 7-14 individu dengan kepadatan sebesar 0.07 individu/km². Biawak air hanya ditemukan di Pulau Kotok Besar bagian tengah karena terdapat tempat untuk makan, berlindung, dan berkembangbiak.

Kata kunci: Biawak air, Pulau Kotok Besar, Populasi, Habitat, Aktivitas

Pendahuluan

Biawak air asia (*Varanus salvator*, Laurenti 1768) merupakan hewan yang memiliki penyebaran yang luas. Salah satu lokasi penyebaran biawak air asia adalah Indonesia yang merupakan negara kepulauan dan memiliki banyak pulau-pulau kecil. Biawak air bisa mendiami suatu pulau dan berenang ke pulau lainnya untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Salah satu pulau yang menjadi habitat biawak air adalah Pulau Kotok Besar yang terletak di Taman Nasional Kepulauan Seribu, DKI Jakarta.

Sebagai hewan yang mendiami habitat di Pulau Kotok Besar, biawak air memiliki fungsi ekologis yaitu sebagai salah satu predator puncak dan sebagai hewan pemakan bangkai. Selain itu, biawak air juga memiliki fungsi ekonomis. Kulit biawak air sering diambil untuk dijadikan sebagai bahan baku komoditas mode seperti tas dan dompet. Bagian tubuh biawak air juga diolah sebagai bahan obat-obatan. Oleh karena itu, biawak air banyak diburu dikarenakan permintaan yang semakin tinggi.

Tingginya perburuan biawak air tidak dibarengi dengan usaha konservasi yang dilakukan pemerintah. Tercatat pada tahun 2000-2010 dari sekitar 6.206.616 individu biawak air yang diekspor dari Indonesia, hanya 500 individu yang merupakan hasil penangkaran. Meskipun banyak dieksploitasi dari alam, biawak air saat ini masih dimasukkan dalam kategori tingkat

resiko rendah kepunahan (*Least concern*) oleh IUCN (2004), sedangkan dalam CITES tercantum dalam kategori Appendiks II. Status ini akan semakin buruk jika tidak ada data terkini mengenai populasi biawak air. Oleh karena itu, diperlukan data terkini mengenai jumlah populasi biawak air.

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 1 Agustus - 7 September 2015. Lokasi penelitian ini adalah Pulau Kotok Besar, Taman Nasional Kepulauan Seribu, DKI Jakarta yang telah menjadi habitat bagi biawak air asia. Pulau Kotok besar secara administratif dibagi menjadi tiga wilayah yaitu Pulau Kotok besar bagian timur, tengah, dan barat. Pulau Kotok besar bagian timur digunakan sebagai tempat rehabilitasi elang bondol dan elang perut putih oleh Jakarta Animal Network (JAAN). Sedangkan Pulau Kotok bagian tengah dan barat digunakan sebagai tempat wisata..

Bahan dan Metode

Penelitian ini menggunakan 3 metode. Metode yang digunakan untuk menghitung jumlah individu biawak adalah dengan teknik 'total count'. Adapun perhitungan dilakukan dengan cara pengamatan secara langsung dengan menjelajahi Pulau Kotok Besar. Sedangkan untuk mengetahui karakteristik habitat dilakukan dengan pengamatan langsung di lapangan.

Perhitungan jumlah individu biawak air dilakukan dengan menjelajahi Pulau Kotok Besar dengan dua kali pengulangan setiap harinya. Pengamatan dilakukan pada pagi haru pukul 06.00 sampai pukul 11.00 dari Pulau Kotok bagian timur. Pengamatan kedua dilakukan pada sore hari dimulai pukul 15.00-17.30 dan dimulai dari Pulau Kotok bagian barat. Setiap individu biawak yang terlihat dicatat umur, koordinat, aktivitas dan waktu pada saat ditemukan. Agar tidak terjadi replikasi pada saat perhitungan, biawak air di bedakan dari ciri fisik yang dimiliki. Analisis yang dilakukan pada perhitungan jumlah individu adalah kepadatan populasi dan kisaran jumlah individu rata-rata.

Karakteristik habitat yang akan di deskripsikan meliputi habitat tempat makan, berjemur, beristirahat, dan berendam. Karakter yang akan di deskripsikan meliputi faktor abiotik seperti : temperatur udara, kelembaban udara, sumber air, tanah dan intensitas cahaya. Sementara itu faktor biotik yang akan dideskripsikan antara lain vegetasi, fauna, ketersediaan makanan, dan kehadiran manusia.

Hasil

Jumlah individu biawak air di Pulau Kotok Besar sebesar 5-14 individu. Sedangkan kepadatan populasi di biawak air mencapai 0,7 ind/ha. Kelas umur mendominasi ukuran populasi biawak air yaitu biawak air dewasa dengan presentase sebesar 43,75 %. Sedangkan kelas umur remaja dan anakan berturut turut sebesar 31,25 % dan 25 %. Biawak air paling banyak ditemukan di Pulau Kotok Besar bagian tengah dan paling sedikit ditemukan di Pulau Kotok Besar bagian timur.

Tabel 1. Jumlah individu biawak air (*Varanus salvator*) di Pulau Kotok Besar selama 8 hari.

Hari ke-	Dewasa	Remaja	Anak	Jumlah
1	2	3	2	7
2	4	1	0	5
3	5	3	0	8
4	5	1	1	7
5	7	3	4	14
6	4	2	2	8
7	1	4	1	6
8	5	5	1	11
Total	7	5	4	16

Berdasarkan lokasi biawak air melakukan aktivitas dan jumlah biawak yang ditemukan, maka diidentifikasi lokasi penggunaan ruang yang dilakukan oleh biawak air dengan karakteristik habitat yang berbeda. Lokasi tersebut adalah tempat berjemur, tempat mencari

makan, tempat berenang, dan tempat beristirahat. Tabel 2 merupakan lokasi ditemukan biawak air dan aktivitasnya di lokasi tersebut. Keberadaan enam titik tersebut terdapat di wilayah jelajah harian biawak air. Lima titik ini membentuk mikrohabitat untuk biawak air.

Tabel 2. Jumlah individu biawak air yang ditemukan di titik tertentu

Site	Basking	Foraging	Resting	Swimming	Moving	Total
01DR	1	2	2	0	3	8
01SR	1	3	1	0	0	3
01BR	2	5	4	1	0	12
01KB	0	1	1	0	0	2
TNGH	0	0	0	14	0	14

Pada tabel 3.4 terlihat bahwa jumlah individu biawak paling banyak ditemukan di 01BR. Sementara itu, lokasi 01DR paling banyak kedua ditemukan biawak air dengan 8 individu. Sementara itu, 01KB dan 01SR merupakan lokasi yang paling sedikit ditemukan biawak air yaitu 2 dan 3 individu. Lokasi TNGH merupakan wilayah laguna dan pantai yang di dominasi oleh wilayah perairan sehingga biawak air banyak ditemukan di lokasi tersebut sedang melakukan aktivitas berenang. Dari kelima titik tersebut, lokasi yang paling banyak dipakai untuk melakukan aktivitas mencari makan dan istirahat adalah 01BR.



Gambar 2. Lokasi Penggunaan Ruang Biawak air di Pulau Kotok Besar

Pembahasan

Hasil yang didapat dari pengumpulan data di lapangan selama delapan hari, jumlah individu biawak air di Pulau Kotok Besar yaitu sebesar 5-14 ekor. Kepadatan populasi di Pulau Kotok besar yaitu sebesar 0,7 ind/ha. Kepadatan populasi biawak air di Pulau Kotok besar termasuk dalam kategori tinggi bila mengacu pada hasil penelitian Khan (1988) yang menyebutkan bahwa kepadatan populasi biawak air yang paling baik adalah 0,07 ekor/ha [1]. Tetapi, kepadatan populasi di Pulau Kotok Besar lebih rendah dibandingkan kepadatan populasi di Pulau Rambut yang mencapai 3,75 ekor/ha. Perbedaan kepadatan populasi di Pulau Rambut dan Pulau Kotok ini juga dipicu karena faktor makanan, lokasi pulau, dan luas pulau.

Kelas umur mendominasi ukuran populasi biawak air yaitu biawak air dewasa dengan presentase sebesar 43,75 %. Sedangkan kelas umur remaja dan anakan berturut turut sebesar 31,25 % dan 25 %. Biawak dewasa memiliki jumlah yang lebih banyak dari biawak muda karena biawak kemampuan bertahan hidup yang baik. Biawak muda memiliki predator seperti burung elang, ular maupun biawak itu sendiri. Biawak muda banyak menghabiskan waktunya di atas pohon. Hal ini dilakukan biawak muda untuk melindungi diri dari biawak dewasa yang dapat memakan biawak muda. Biawak muda juga mendapatkan sumber makanan yang lebih banyak di atas pohon seperti serangga karena biawak dewasa lebih banyak mencari makan di wilayah yang datar dan tidak diatas pohon. Selain di atas pohon, biawak muda juga menghabiskan waktunya di atap rumah, dan di dalam lubang.

Biawak air yang berada di atas pohon sangat sulit untuk terlihat selain karena pohon yang terlalu tinggi, juga dikarenakan biawak muda masuk ke lubang pohon saat biawak muda merasa terancam. Biawak muda juga mudah merasa terancam dibandingkan biawak dewasa. Biawak

muda mudah terlihat pada saat biawak muda turun dari atas pohon untuk melakukan aktivitas berjemur (*basking*) di pasir dan area terbuka lainnya. Burung elang merupakan predator utama untuk biawak anakan karena selain tubuhnya yang kecil, biawak anakan juga banyak menghabiskan waktunya di atas pohon. Selain burung elang, biawak dewasa juga merupakan ancaman untuk anakan biawak air.

Dari hasil pengamatan di lapangan, ditemukan bahwa biawak air lebih berkumpul di sekitar Pulau Kotok besar bagian tengah, sangat sedikit yang ditemukan di bagian barat dan tidak di temukan di bagian timur. Biawak air banyak ditemukan di tengah karena bagian tengah banyak terdapat sumber makanan non alami untuk biawak air. Biawak air tidak terlihat di Pulau Kotok Besar bagian timur. Hal ini dikarenakan Pulau Kotok Besar bagian timur merupakan lokasi rehabilitasi elang laut dan banyak terdapat kandang rehabilitasi sehingga Biawak air tidak mempunyai ruang untuk melakukan aktivitasnya di Pulau Kotok Besar bagian timur. Pulau Kotok Besar bagian timur juga terdapat anjing yang merupakan ancaman bagi biawak air.

Vegetasi yang terdapat di Pulau Kotok Besar adalah vegetasi hutan pantai. Tumbuhan di Pulau Kotok Besar terdiri dari tumbuhan introduksi dan tumbuhan alami. Tumbuhan alami di Pulau Kotok Besar didominasi oleh pohon sukun (*Artocarpus atilis*) dan pohon ketapang (*Terminalia catappa*). Tumbuhan alami lain yang terdapat di Pulau Kotok besar adalah kayu angin (*Casuarina equisetifolia*), angsana (*Pterocarpus indicus*), akasia (*Acacia* sp.), butun (*Barringtonia asiatica*), waru laut (*Thespesia polpunea*), sedangkan tumbuhan introduksi yang mendominasi adalah pohon kelapa (*Cocos nucifera*), dan pandan laut (*Pandanus odorifer*). Selain kedua tumbuhan tersebut, tumbuhan introduksi lain yang terdapat di Pulau Kotok besar adalah nyamplung (*Canophyllum inopholium*), pisang (*Musa paradisiaca*), pepaya (*Carica papaya*), mangkokan (*Policias scutellaria*), suji (*Dracaena angustifolia*), dan katuk (*Sauropus atilis*). Berdasarkan pengamatan di aplikasi google earth, terlihat bahwa tutupan vegetasi yang terdapat di Pulau Kotok Besar adalah vegetasi rapat (27.2 %), tidak rapat (15 %), dan sangat rapat (10%).

Pada vegetasi yang rapat, banyak terdapat tumbuhan pantai seperti pandan (*Pandanus odorifer*), waru laut (*Thespesia polpunea*). Vegetasi yang rapat sangat disukai oleh biawak air untuk beristirahat dan mencari makan. Selain itu, suhu yang lembab dan rendah, dapat digunakan biawak untuk berlindung dari suhu yang panas pada saat siang hari. Biawak air juga terlihat bersembunyi di bawah akar pandan. Pada vegetasi yang kurang rapat banyak terdapat tumbuhan tingkat bawah dan rumput. Vegetasi ini digunakan biawak air untuk melakukan aktivitas berjemur karena sinar matahari dapat mencapai permukaan tanah karena tajuk yang terbuka. Tumbuhan yang terdapat di vegetasi yang rapat merupakan tumbuhan tingkat atas seperti ketapang (*Terminalia catapa*), nyamplung (*Callophyllum inopholium*), dan sukun (*Artocarpus atilis*).

Pohon-pohon yang tingginya diatas 10 meter, dapat digunakan oleh biawak air anakan sebagai tempat berlindung. Biawak air anakan menggunakan tajuk pohon yang tinggi untuk melindungi diri dari predator seperti biawak dewasa, anjing, manusia, dan ular. Lubang yang terdapat di atas pohon juga digunakan biawak air muda untuk bersembunyi dari predator yang menggunakan ruang di atas tajuk seperti burung elang laut (*Haliastur leucogaster*) dan elang bondol (*Haliastur indus*). Biawak air anakan juga memakan serangga yang terdapat diatas tajuk pohon seperti semut dan kumbang. Pohon dengan tinggi diatas 10 meter dapat ditemui di semua bagian pulau, tetapi biawak air anakan banyak terlihat di Pulau Kotok Besar bagian tengah. Hal ini terjadi karena di bagian barat dan tengah Pulau Kotok Besar langsung memanjat pohon kelapa terdapat warga yang memanjat pohon untuk mengambil buahnya sehingga mengganggu biawak air anakan.

Pulau Kotok Besar merupakan pulau yang digunakan sebagai tempat rehabilitasi satwa. Oleh karena itu terdapat satwa introduksi di Pulau Kotok Besar. Satwa introduksi yang terdapat di Pulau Kotok besar adalah anjing (*Canis domesticus*), kucing (*Felis domesticus*), muncak (*Muntiacus muntjak*), dan ayam (*Gallus varius domesticus*). Satwa yang memiliki habitat asli di Pulau Kotok Besar adalah burung gagak (*Corvus* sp.), elang laut (*Haliaetus leucogaster*), elang bondol (*Haliastur indus*), burung kipasan (*Rhiphidura javanica*), burung kacamata (*Zoosterops*

palpebrosus), cekakak laut (*Halcyon chloris*), dan cangkak merah (*Ardea purpurea*), penyu sisik (*Eretmochelys imbricata*), serta jenis ikan laut dan hewan golongan invertebrata.

Satwa yang terdapat di Pulau Kotok Besar tidak ada yang merupakan predator untuk biawak air dewasa. Akan tetapi, hewan seperti burung elang dan anjing telah menjadi hewan pengganggu bagi biawak air. Jumlah anjing yang terdapat di Pulau Kotok Besar mencapai lima individu. Anjing tersebut akan menyalak dan mengejar biawak air. Elang yang berada di dalam kandang rehabilitasi juga sering menyerang biawak air yang masuk ke kandang rehabilitasi untuk mengambil ikan yang menjadi makanan elang.

Satwa yang menjadi pakan alami biawak air di Pulau Kotok Besar adalah telur penyu sisik, kelomang laut, telur ayam, tikus, kadal, dan biawak itu sendiri. Biawak air dapat dengan mudah untuk mengetahui dimana telur penyu berada. Penjaga Pulau Kotok Besar selalu memberikan pelindung berupa jaring kawat berbentuk silinder untuk menjaga telur penyu dari biawak air. Selain memakan telurnya, biawak air juga memakan anakan penyu yang baru menetas (tukik). Selain telur penyu, biawak air juga memakan kelomang laut. Biawak air memakan kelomang laut dengan cara memecahkan cangkangnya terlebih dahulu, lalu memakan isinya.

Biawak air juga sering terlihat berjemur di pasir bekas pembakaran sampah. Pasir tempat sampah dibakar akan menyisakan abu yang hangat dan kering. Lokasi ini juga dipakai biawak air untuk istirahat dan berjemur untuk menghangatkan tubuh. Selain itu, substrat pasir juga dipakai biawak air untuk melakukan aktivitas mencari makan (*foraging*) karena banyak terdapat hewan yang membuat sarang di dalam pasir seperti kepiting, kelomang laut, dan kadal kecil.

Dengan adanya perubahan penggunaan lahan berupa resor dan tempat rehabilitasi satwa, maka Pulau Kotok Besar bukan habitat alami bagi biawak air. Biawak air di Pulau Kotok Besar telah beradaptasi dengan menggunakan tempat yang tidak alami seperti restaurant, bangkai kapal cepat, atap rumah warga dan dermaga untuk melakukan aktivitas dan memenuhi kebutuhan hidupnya.

Jumlah individu Biawak air asia yang terdapat di Pulau Kotok besar adalah 5-14 individu dengan kepadatan mencapai 0,07 individu/ha. Habitat biawak air asia di Pulau Kotok Besar sudah mengalami perubahan karena tidak sudah menjadi tempat wisata, akan tetapi biawak ar mampu beradaptasi dengan perubahan tersebut dan juga merubah perilaku alami dari biawak air tersebut.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih kepada Balai Taman Nasional Kepulauan Seribu, resort Pulau Kotok, Jakarta Animal Aid Network (JAAN) dan Universitas Padjadjaran karena tanpa bantuannya penulis tidak bisa menyelesaikan penelitiannya.

Daftar Pustaka

- [1] Bennett, D. 1995. *The Little Book Of Monitor Lizard*. Viper Press. Great Britain.
- [2] Alikodra, HS. 1990. *Pengelolaan Satwa Liar. Jilid I*. Pusat Antar Ilmu Hayat, Institut Pertanian Bogor. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Departemen Kebudayaan Bogor.
- [3] Bennett, D. 2005. The Water Monitor (*Varanus salvator*). *Reptilian Magazine* Vol.3.
- [4] Bohme, W. 2003. *Checklist of the living monitor lizard of the world (family Varanidae)*. Zoologische Verhandelingen.
- [5] De Lisle, H.F. 1996. *Natural History of Monitor Lizards*. Krieger Publishing Company. Florida.
- [6] Deraniyagala, P.E.P. 1944. Four new races of the "Kabaragoya" lizard, *Varanus salvator*. *Spolia Zeylanica* : 59-65.
- [7] Pandav, B. 1996. *Diurnal and Seasonal Activity Patterns Of Water Monitor (Varanus salvator) In The Bhitarnika Mangroves, Ornisia, India*. Hamadryad. Vol 21

EK-3

Tegakan Pohon Di Hutan Pamah Perbatasan Simenggaris, Kabupaten Nunukan, Propinsi Kalimantan Utara

Asep Sadili

*Bidang Botani, Puslit Biologi
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia*

asep.sadili@gmail.com

Abstrak. Kalimantan merupakan pulau terbesar yang disebut jantung kekayaan hutan tropis tersisa di wilayah Asia Tenggara. Penelitian difokuskan pada tegakan vegetasi kelompok pohon (diameter ≥ 10 cm). Penelitian dilakukan di hutan pamah perbatasan Simenggaris, Kabupaten Nunukan-Kalimantan Utara. Metode penelitian menggunakan petak 20 m x 50 m ($\pm 0,4$ ha), yang ditempatkan pada lokasi berbeda. Hasil yang dicapai kerapatan 593 individu/ha dari total 64 jenis, 42 marga, dan 25 suku. Luas bidang dasar $\pm 27,32$ m²/ha. Indek keanekaragaman $\pm 2,84$ (H'). Suku terbanyak jenisnya Dipterocarpaceae (17 jenis), Clusiaceae (7 jenis), Annonaceae (5 jenis), dan Anacardiaceae (5 jenis). Jenis utama *Shorea laevifolia* (SDR=12,27%), dan suku utama Dipterocarpaceae (SDR= 47,06%). Jenis-jenis tercatat dalam red list IUCN adalah *Agathis bornensis* (rentan), *Anisoptera costata* genting) dan *Koompassia malaccensis* (resiko rendah). Jenis *Alstonia spectabilis*, *Shorea javanica*, *S. palembanica*, dan *Dipterocapus* sp. tergolong jenis langka. Korelasi setiap petak rendah atau relatif berbeda (< 50 %), sedangkan korelasi setiap jenis keseluruhan cukup tinggi (> 50 %). Jenis-jenis berkorelasi sangat tinggi (IS=100 %) tercatat 20 jenis dan terbagi menjadi 6 kelompok komunitas.

Kata kunci: Hutan Pamah, Kelompok Pohon, Simenggris, Nunukan-Kalimantan Utara

Pendahuluan

Indonesia memiliki keragaman jenis ekosistem yang tinggi, baik ekosistem daratan, perairan tawar, payau atau laut. Tingginya variasi ekosistem ini membuat tingkat keragaman hayatinya tinggi pula. Tingginya keragaman hayati di Indonesia didukung oleh posisi Kepulauan Indonesia yang terletak pada dua kawasan biogeografi yaitu kawasan Asia dan Australia, sehingga Indonesia dimasukkan ke dalam salah satu dari tujuh negara megadiversitas dunia [1]. Kemudian peringkat Indonesia dalam hal kekayaan jenis hayati adalah urutan kedua setelah Brazil [2].

Keragaman hayati adalah salah satu aset penting dalam pembangunan nasional baik sebagai sumberdaya hayati maupun sebagai sistem penyangga kehidupan, sehingga perlu diungkap keberadaannya. Luas lahan berhutan Indonesia tahun 2005 ± 93.92 juta ha, dan merupakan nomor tiga terluas di dunia setelah Brazil dan Zaire [3], namun laju pengurangan sudah berada pada tingkat yang mengkhawatirkan. Diperkirakan sekitar 2 juta ha hutan alam di Indonesia setiap tahun telah berubah fungsinya menjadi berbagai bentuk penggunaan lahan lain [4].

Pulau Kalimantan merupakan salah satu pulau terbesar, dan disebut jantung kekayaan hutan tropis yang masih tersisa di wilayah Asia Tenggara. Para ahli biologi mengkategorikan sebagai salah satu hotspot dunia untuk keanekaragaman hayati, yang tergambar pada

keanekaragaman tumbuhan > 15.000 jenis tumbuhan berbunga, yang didalamnya terdapat ± 267 jenis meranti-merantian (Dipterocarpace) dengan kayunya yang bernilai tinggi [5] [6]. Kawasan hutan Kalimantan diakui pula memiliki wilayah yang beragam vegetasi dengan keanekaragaman jenis tumbuhan yang tinggi, sehingga membentuk variasi ekosistem dan komunitas yang berbeda. Namun saat ini, hutan alami Kalimantan telah berkurang secara drastis. Tutupan hutan alami yang tersisa sebagian besar terdapat pada wilayah-wilayah yang jauh dipedalaman atau pada areal yang di konservasi menurut undang-undang (taman nasional, hutan lindung, cagar alam, atau yang lainnya).

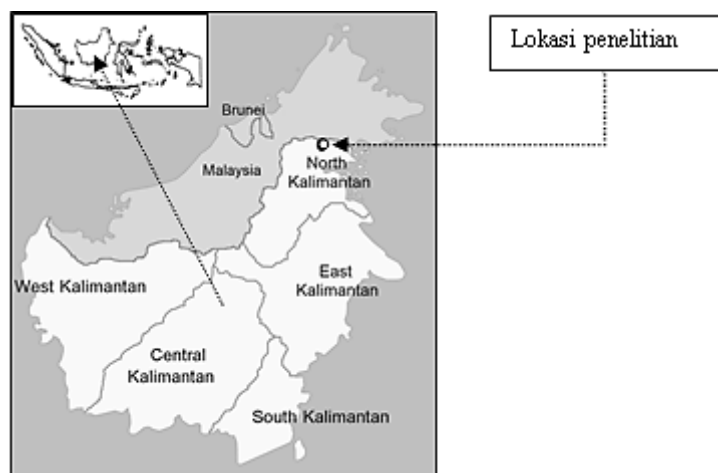
Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui kondisi tegakan vegetasi kelompok pohon dan asosiasi komunitas jenis di hutan pamah perbatasan Simenggaris-Nunukan. Manfaat yang diharapkan dapat memberikan informasi yang berkontribusi terhadap ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang ekologi kuantitatif tegakan tumbuhan kelompok pohon. Lebih jauhnya hasil penelitian ini diharapkan sebagai bahan masukan bagi para pihak terkait, baik di tingkat lokal, nasional maupun internasional.

Bahan dan Metode

Lokasi penelitian

Hutan alam di sekitar areal penelitian kondisinya sangat memperhatikan. Kawasan hutan pamah lokasi penelitian berbatasan dengan hutan negara Malaysia (perbatasan Indonesia-Malaysia). Tekanan merubah hutan alami untuk menjadi areal kebun sawit sangat tinggi, baik yang dilakukan perusahaan swasta maupun masyarakat setempat, sisanya berada dalam kawasan konsesi logging (HPH). Hutan tersisa hanya diareal-areal diperbukitan yang jauh dari akses jalan utama, itu juga sudah mulai diambil kayunya untuk keperluan tempat tinggal, atau lainnya oleh masyarakat. Sisa-sisa tebang pohon besar masih dapat dijumpai di lokasi pinggir hutan sehingga banyak areal yang telah menjadi terbuka/rumpang bahkan telah ditumbuhi jenis-jenis semak dan jenis pioneer.

Hutan Simenggaris dikategorikan sebagai hutan tropis dataran rendah dengan ketinggian mulai dari 50 m sampai 150 m dpl. Topografi hutan berbukit-bukit kecil, dan semakin melandai ke arah timur berbatasan dengan laut. Lokasi kajian secara administrasi pemerintahan termasuk Desa Samendre Senja, Kecamatan Nunukan, Kabupaten Nunukan, Kalimantan Utara. Kondisi iklim di Simenggaris hampir sama dengan iklim di wilayah Kalimantan lainnya, tetapi dipengaruhi iklim muson. Musim kemarau terjadi bulan Mei-Oktober dan iklim penghujan bulan Nopember-April. Curah hujan 212,6 – 307,1 mm/bulan dengan jenis tanah podsolik dan regosol. Suhu udara berkisar 21,3°C-36,2°C dengan kelembaban 82,5–86,1% [7]. Posisi geografi petak cuplikan terletak disekitar titik 04°19.452' lintang utara dan 116°10.814' bujur timur (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi penelitian tegakan pohon di areal hutan pamah perbatasan Simenggaris, Nunukan-Kalimantan Utara

Cara Kerja

Cara kerja yang dilakukan yaitu, dengan membuat petakcuplikan pada lokasi yang berbeda dengan maksud agar ada keterwakilan dari vegetasi yang ada untuk keseluruhan kawasan hutan sekitar Simenggaris-Nunukan tersebut. Ukuran petak cuplikan 20 m x 50 m (1.000m²) sebanyak empat buah petak cuplikan. Setiap petak cuplikan kemudian dibagi menjadi subpetak berukuran 10 m x 10 m (10 sub petak). Seluruh individu yang tergolong kelompok pohon (diameter > 10 cm) dalam petak diukur diameter batang pada lingkaran batang setinggi \pm 1,3 m dari permukaan tanah. Setiap individu yang diukur diidentifikasi nama ilmiahnya, dan bagi yang belum teridentifikasi sebagian daun, dan tangkainya dikumpulkan dibuat herbarium sebagai spesimen bukti (*voucher*) untuk pengidentifikasian nama jenis ilmiah selanjutnya.

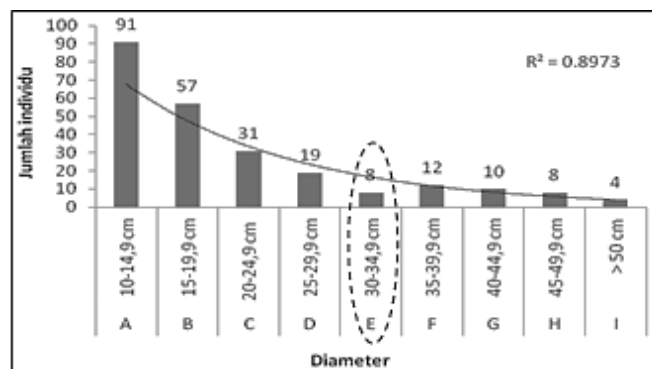
Analisis data meliputi dominansi relatif (DR), kerapatan relatif (KR) dan frekuensi relatif (FR). Nilai DR ditentukan dari luas bidang dasar suatu jenis/suku dalam luasan yang diukur; KR ditentukan dari jumlah individu jenis/suku pada luas yang diukur; FR ditentukan dari jumlah jenis/sukuyang terdapat dalam subpetak. Indeks nilai penting jenis/suku (INP=300%) dihasilkan dari penjumlahan DR, KR, dan FR. Indeks domiansi rasio jenis/suku (IDR=100%) dihasilkan dari INP dibagi tiga.

Analisis lain meliputi indeks keanekaragaman jenis (H'), indeks kekayaan jenis (d), indeks dominansi (D), indeks kemerataan (E), dan indeks similaritas (IS). Indeks similaritas digunakan untuk menentukan korelasi petak dan asosiasi komunitas jenis dengan menggunakan perangkat lunak *BioPro2*.

Hasil

Struktur

Keberadaan kekayaan, keragaman, dan komposisi jenis pada suatu komunitas tegakan vegetasi hutan merupakan hasil akhir interaksi dari berbagai faktor biotik dan abiotik [8][9][10]. Hutan penelitian di Simanggaris-Nunukan termasuk kawasan hutan dataran rendah dengan kondisinya sebagian besar telah tereksplotasi menjadi kawasan kebun sawit. Tegakan pohon pada hutan alami yang tersisa di jumpai pada daerah yang jauh dari aktivitas masyarakat lokal dan kebun sawit.



Gambar 2. Grafik persebaran diameter pohon (>10 cm) di kawasan hutan pamah perbatasan Simenggaris, Nunukan-Kalimantan Utara

Hasil pencuplikan tegakan kelompok pohon pada hutan alam yang tersisa dari empat petak masing-masing luas 0,1 ha tergolong dalam hutan primer terganggu, karena sebagian besar ditunjukkan oleh banyaknya pohon berdiameter \leq 25 cm (\pm 74,58%), diameter 25 cm - 50 cm (\pm 24,17%), diameter 50 cm - 75 cm (0,83%) dan diameter 75 cm - 100 cm (0,42%). Kondisi ini diperlihatkan oleh grafik persebaran diameter batang bahwa, pada kelompok E (diameter 30 cm- 34,5 cm) jumlah individu lebih sedikit dibandingkan dengan kelompok F, G, H dan I (Gambar, 2). Selain itu, kondisi tersebut didukung juga oleh informasi masyarakat, bahwa daerah penelitian merupakan bekas tebangan HPH tahun 80an, dan juga akibat merebaknya tebangan liar pada saat diawal reformasi berlangsung (tahun 1990-an). Namun gambaran secara

keseluruhan sebaran diameter batang cukup baik dalam melihat regenerasi kawasan hutan tropik alami.

Hasil analisis parameter dasar menghasilkan nilai berbeda dan bervariasi (Tabel 1 dan Tabel 2). Tinggi total tegakan mencapai ± 35 m, dan terendah ± 10 m dengan rata-rata $\pm 17,80$ m. Selanjutnya tinggi cabang ± 27 m dan terendah ± 5 m, dengan rata-rata $\pm 13,63$ m. Korelasi tinggi total dengan tinggi cabang setiap petak berbeda, tertinggi pada petak dua dengan regresi (R) $\pm 0,86$ (Gambar 3). Kondisi demikian cukup merata atau rapat kecuali pada petak tiga terdapat tegakan yang mencuat diantara individu lainnya (*emergent*). Kemudian korelasi diameter dengan tinggi cabang dan tinggi total (Gambar 4) memperlihatkan relatif rendah regresinya, tertinggi korelasi diameter dengan tinggi total ($R=0,66$), kondisi demikian artinya setiap kenaikan diameter tidak dibarengi dengan tinggi cabang atau tinggi total pohon secara kontinyu, bahkan ada diameter besar terhadap tinggi cabang atau tinggi total yang tidak seimbang (Gambar 4 A dan 4 B).

Tabel 1. Hasil analisis kerapatan, jumlah jenis, dan luas bidang dasar kelompok pohon (diameter ≥ 10 cm) di hutan pamah perbatasan Simenggaris, Nunukan-Kalimantan Utara.

No. Plot	Kerapatan		Jumlah jenis		Luas bidang dasar (m ²)	
	0,1 ha	1 ha	0,1 ha	1 ha	0,1 ha	1 ha
1	66	660	13	130	2,56	25,57
2	56	560	39	390	2,82	28,23
3	51	510	20	200	2,87	28,67
4	64	640	29	290	2,68	26,82
Jumlah	237	2370	101	1010	11,05	109,29
Rataan	59	593	25	253	2,73	27,32

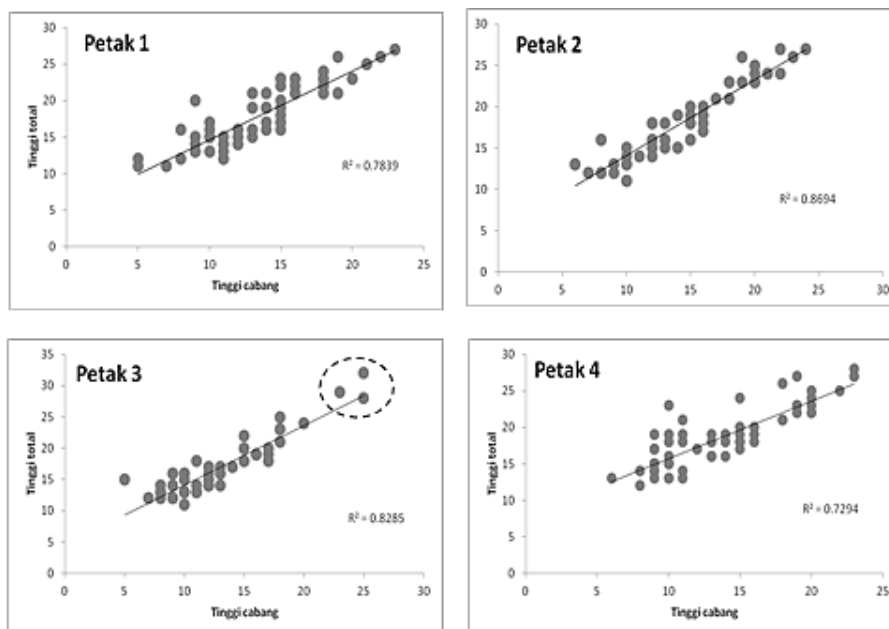
Penggabungan jenis-jenis yang dihasilkan, terdapat 64 jenis, 42 marga, dari 25 suku, dengan indek keanekaragaman jenis sedang 2,84 (H'). Namun keadaan ini lebih tinggi dari Kabungolor-Tau Lumbis 53 jenis, 44 marga dari 30 suku [11]. Kemudian kerapatan 593 individu/ha dengan luas bidang dasar 27,32 m²/ha (Tabel 1), keadaan ini menyerupai pada kawasan hutan-hutan alam di Indonesia yaitu berkisar 400-700 individu/ha dengan luas bidang dasar 25 m² - 35 m²/ha [12]. Total luas bidang dasar dan kerapatan kelompok pohon di Simenggaris ini lebih tinggi dari hutan Kabungolor-Tau Lumbis 25,21 m²/ha dengan kerapatan 522 individu/ha [13]. Di Wanariset-Samboja, Kalimantan Utara, Kartawinata *et al.* [14] mencatat 350.01 m²/10,1 ha ($\pm 33,33$ m²/ha).

Suku terbanyak jenisnya Dipterocarpaceae (17 jenis), Clusiaceae (7 jenis), Annonaceae dan Anacardiaceae masing masing 5 jenis. Bagi Dipterocarpaceae merupakan suku yang mendominasi hutan pamah tropika basah termasuk di Kalimantan. Dipterocarpaceae di Semboja-Kalimantan Utara tercatat 25 jenis/10,1 ha [6]. Namun saat ini jenis-jenis tersebut sudah semakin berkurang di habitat alaminya. Selain pemanenan yang berlebihan, juga disebabkan kondisi habitat yang sudah berubah dan tidak sesuai. Oleh karena itu keberadaan jenis Dipterocarpaceae juga pada suatu komunitas dapat dipakai sebagai indikator dalam menentukan kualitas habitat pada komunitas hutan alami.

Tabel 2. Hasil analisis beberapa indek untuk kelompok pohon (diameter ≥ 10 cm) di hutan pamah perbatasan Simenggaris, Nunukan-Kalimantan Utara.

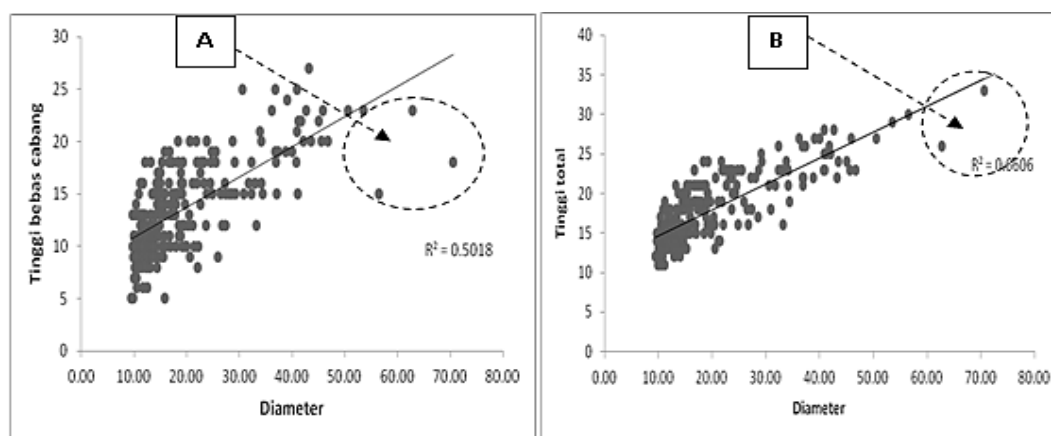
No. Plot	Indeks			
	Keanekaragaman jenis (H')	Kekayaan jenis (d)	Dominansi jenis (D)	Kemerataan jenis (E)
1	2,21	0,20	0,06	2,46
2	3,49	0,70	0,03	5,56
3	2,65	0,39	0,09	3,44

	4	3,01	0,45	0,07	4,40
Jumlah	11,36	1,74	0,25	15,86	
Rataan	2,84	0,43	0,06	3,97	



Gambar 3. Korelasi tinggi total dengan tinggi cabang pada hutan pamah perbatasan Simenggaris, Nunukan-Kalimantan Utara

Penguasaan suatu jenis terhadap suatu lokasi ditentukan dari hasil perbandingan nilai pentingnya, sehingga dapat diketahui dengan jelas tingkat penguasaannya melalui SDR yang didapatkan. Tingkat penguasaan ini menggambarkan kemampuan suatu jenis untuk mampu berkembang dan bertahan terhadap kondisi habitat tertentu [15]. Dari Tabel 3 jenis utama tiap petak di hutan pamah Simenggris-Nunukan dikuasai oleh *Shorea palembanica* untuk petak 1 dan 4 (SDR=20,07 % dan SDR=18,67 %), *Shorea laevifolia* untuk petak 2 (SDR=8,96%), dan *Lithocarpus* sp. untuk petak 3 (SDR=15,58%).

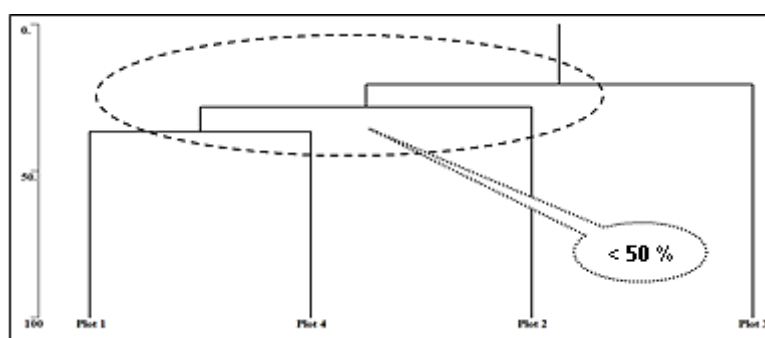


Gambar 4. Korelasi tinggi cabang dengan diameter, dan tinggi total dengan diameter di hutan pamah perbatasan Simenggaris, Nunukan-Kalimantan Utara

Tabel 3. Daftar 5 jenis tertinggi (SDR) pada lokasi penelitian di hutan pamah perbatasan Simenggaris, Nunukan-Kalimantan Utara

No	Jenis	Lokasi				Rata-rata
		I	II	III	IV	
1	<i>Shorea laevifolia</i>	17,92	8,96	12,26	9,95	12,27
2	<i>Shorea palembanica</i>	20,07	6,16		18,67	11,22
3	<i>Shorea smitheana</i>	15,76				3,94
4	<i>Lithocarpus</i> sp.			15,58		3,90
5	<i>Shorea falax</i>			12,13		3,03
6	<i>Shorea</i> sp.			12,04		3,01
7	<i>Syzygium subglauc</i>	11,43				2,86
8	<i>Callophyllum incrassatum</i>				9,97	2,49
9	<i>Mezzetia parviflora</i>			8,83		2,21
10	Unidentifikasi	8,82				2,21
11	<i>Alstonia spectabilis</i>		5,59			1,40
12	<i>Agathis bornensis</i>		5,21			1,30
13	<i>Polyalthia glauca</i>				5,13	1,28
14	<i>Shorea laevis</i>				5,07	1,27
15	<i>Cratoxylum</i> sp.		4,43			1,11

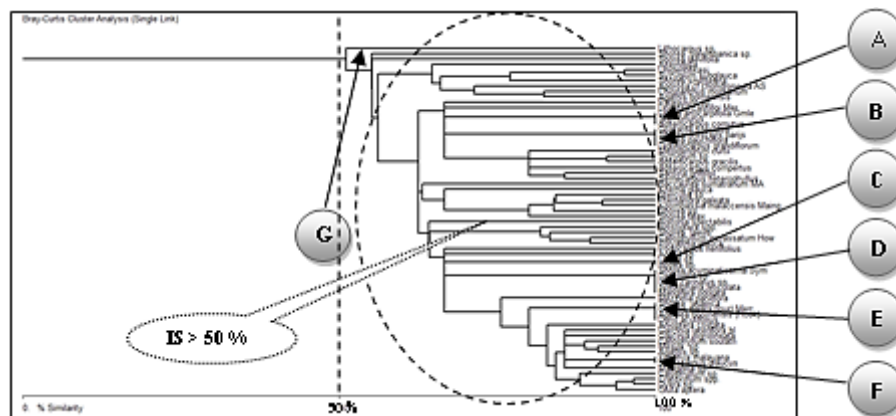
Keadaan penguasaan jenis berlaku juga bagi suku dari 4 petak seluruhnya dikuasai oleh Dipterocarpaceae, dengan SDR berbeda-beda dan rata-rata 47,06% (Tabel 5). Keadaan ini lebih tinggi dari suku utama di hutan Semboja yang dikuasai oleh Dipterocarpaceae dengan NP 44,27 % atau SDR=14,76 % [6]. Hasil penelitian sejalan dengan yang diungkapkan Resosoedarmo *et al.* [16]. Keadaan lingkungan dan faktor fisik kimia lingkungan mempengaruhi keanekaragaman dan keseragaman jenis tumbuhan pada suatu lokasi. Keanekaragaman kecil terdapat pada komunitas yang terdapat pada daerah dengan lingkungan yang ekstrim, misalnya daerah kering, tanah miskin unsur hara, dan dipegunungan tinggi. Sementara itu keanekaragaman tinggi terdapat di areal lingkungan yang optimum.



Gambar 5. Dendrogram indeks kesamaan empat lokasi penelitian di kawasan hutan Simenggaris, Nunukan-Kalimantan Utara

Indeks keanekaragaman yang rendah menunjukkan jenis yang ditemukan tidak begitu banyak dan hanya ditemukan jenis yang sama pada masing-masing tegakan. Keanekaragaman jenis yang rendah disebabkan suatu daerah yang didominasi oleh hanya jenis-jenis tertentu saja. Keanekaragaman jenis yang tinggi menunjukkan suatu komunitas memiliki kompleksitas

yang tinggi, karena dalam komunitas itu terjadi interaksi diantara jenis-jenis yang ada dalam persaingan hidup dalam ruang dan waktu yang bersamaan.



Gambar 6. Dendrogram kesamaan jenis pohon di hutan pamah perbatasan Simenggaris-Nunukan, Kalimantan Utara

Jika indeks keanekaragaman lebih kecil dari 1, keanekaragaman jenis rendah, jika 1-3 keanekaragaman sedang, dan lebih besar dari 3 keanekaragaman jenis tinggi [17]. Berdasarkan Tabel 2 indeks keanekaragaman setiap petak berbeda dan rata-rata 2,84 (H'). Hal tersebut menunjukkan di lokasi penelitian termasuk dalam kategori sedang ($H'=1-3$).

Berdasarkan red list IUCN jenis tercatat hasil penelitian adalah *Agathis bornnensis* (rentan), *Anisoptera costata* (genting) dan *Koompassia malaccensis* (resiko rendah). Di Indonesia telah menetapkan beberapa jenis pohondilindungi melalui perangkat undang-undang yang berlaku [2], dan *Alstonia spectabilis*, *Shorea javanica*, *S. palembanica*, *Dipterocapus* spp. termasuk dalam tumbuhan langka.

Korelasi

Persentasi pengelompokan kesamaan/kemiripan diantara petak 1, 2, 3, dan 4 di hutan pamah Simenggaris bertujuan memberikan gambaran kesamaan pada habitat. Kesamaan diantara petak secara umum digambarkan dengan dendrogram (Gambar 6). Persentasi kesamaan sebagian besar lebih rendah ($< 50\%$), artinya setiap petak sangat berbeda. Kesamaan tertinggi antara petak satu dengan petak tiga ($\pm 37,5\%$), dilanjutkan ke petak dua ($\pm 30\%$), dan petak empat ($\pm 20\%$). Hasil tersebut dapat dipahami mengingat setiap habitat akan berbeda-beda, karena terdapat iklim mikro yang lebih dominan untuk mendukung pohon-pohon yang ada. Semakin kecil nilai persentasi akan semakin berbeda. Jika $IS < 25\%$ (sangat tidak mirip), $IS = 25\% - 50\%$ (tidak mirip), $IS = 50\% - 75\%$ (mirip), dan $IS > 75\%$ (sangat mirip) [18].

Persentasi kesamaan jenis cukup tinggi $> 50\%$ bahkan terdapat persamaan 100% yaitu sebanyak 6 kelompok/komunitas (Tabel 4). Sedangkan jenis *Lithocarpus* sp. kesamaan terendah 51% dengan jenis lainnya (Gambar 7). Kesamaan jenis pada dua lokasi yang dibandingkan menunjukkan tempat hidup yang sesuai bagi jenis tumbuhan yang ada didalamnya [19]. Apabila suatu komunitas tumbuhan tidak memiliki kesesuaian dengan kondisi lingkungannya, maka jenis tumbuhan tersebut tidak mampu bertahan dengan baik dan cenderung akan menghilang dan punah [20].

Keadaan setiap kelompok ada perbedaan jumlah individu dan jenis. Semakin tinggi nilai indeks similaritas maka semakin tinggi pula tingkat kesamaan jenis dari pohon yang ada di petak. Pada Tabel 4 kelompok D merupakan kelompok terbanyak jenisnya (5 jenis) disamping kelompok lainnya, dan kelompok C dan F tergolong terendah jumlah jenisnya (2 jenis) walaupun kesamaannya mencapai 100%.

Tabel 4. Daftar asosiasi/komunitas pohon pada lokasi hutan pamah perbatasan Simenggaris, Nunukan-Kalimantan Utara

Asosiasi (IS=100%)	Jenis
A (3 jenis)	<i>Lisea artifolia-Stemonurus sp.-Dipetrocarpus cornutus</i>
B (4 jenis)	<i>Guertandra sp.-Shorea virescens-S. Pauciflora-Dipterocarpus grandiflorus</i>
C (2 jenis)	<i>Lisea sp-Hopea sp;</i>
D (5 jenis)	<i>Shorea acuminatisima-Darcyodes sp.-Durio carinatus-Pseodouvaria-Mangifera odorata</i>
E (3 jenis)	<i>Shorea javanica-Agathis borneensis-Durio acutifolius</i>
F (2 jenis)	<i>Xylophyta malayana-Semecarpus glaucus</i>

13

Pembahasan

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman pada suatu tempat adalah iklim, tanah, topografi, fisiografi, biotis, dan faktor lingkungan lainnya [21]. Tanah merupakan salah satu komponen utama dalam sistem lingkungan penyangga kehidupan tumbuhan, disamping air, atmosfer, dan energi matahari. Kemudian penyebaran tumbuhan, jenis tanah, dan iklim merupakan bagian ekosistem terintegrasi yang berhubungan timbal balik yang sesuai. Oleh karena itu, karakteristik tanah yang spesifik akan mempengaruhi jenis-jenis yang tumbuh di atasnya. Kondisi demikian dicerminkan oleh kepadatan, jumlah jenis, jumlah suku, dan luas bidang dasar yang berbeda setiap petak kajian, termasuk di hutan pamah perbatasan Simenggaris-Nunukan (Tabel 1).

Tabel 5. Daftar 5 suku SDR tertinggi pohon pada hutan pamah perbatasan Simenggaris, Nunukan-Kalimantan Utara.

No.	Suku	Petak (SDR=%)				Rata-rata (%)
		I	II	III	IV	
1	Dipterocarpaceae	57,69	30,26	48,50	51,79	47,06
2	Clusiaceae		17,17		11,26	7,11
3	Annonaceae		11,62		11,10	5,68
4	Euphorbiaceae	5,30		7,19	4,04	4,13
5	Fagaceae			15,58		3,90
6	Anacardiaceae		9,71		4,74	3,61
7	Sapotaceae	11,97				2,99
8	Myrtaceae	11,43				2,86
9	Myristicaceae			8,52		2,13
10	Apocynaceae		8,49			2,12
11	Oleaceae	6,13				1,53
12	Fabaceae			3,41		0,85

Hutan pamah alami keberadaannya semakin terancam, termasuk di Simenggaris. Pengelolaan hutan yang kurang berhati-hati telah berdampak, dan dirasakan akibatnya oleh kita semua, seperti kekeringan, dan kebakaran pada saat musim kemarau atau banjir di saat musim hujan. Korelasi paparan hasil penelitian sangat berkaitan erat dengan kondisi umum hutan pada empat lokasi penelitian, yaitu hutan yang telah mengalami gangguan.

Secara keseluruhan pada lokasi penelitian untuk pembalakan liar telah terjadi di tahun delapan puluhan dan saat kajian dilakukan, kegiatan tebangan-tebangan liar yang dilakukan oleh masyarakat sekitar, pembukaan lahan untuk sawit masih terus berlanjut. Keadaan ini didukung juga oleh hasil penelitian dengan ditemukannya jenis-jenis dari kelompok pohon hutan sekunder seperti suku Euphorbiaceae di petak 3 (SDR=7,19%) dan Myrtaceae di petak 1 (SDR=11,43%).

Suku utama di empat lokasi adalah Dipterocarpaceae dengan rata-rata nilai SDR=47,06%. Keadaan ini menunjukkan bahwa, suku Dipterocarpaceae masih sebagai penyusun suku utama untuk komunitas hutan pamah Simenggaris-Kalimantan, terutama pada petak 1 (SDR=57,69 %).

Jenis meranti-merantian (Dipterocarpaceae) di hutan Kalimantan terdapat \pm 267 jenis dengan kualitas kayu cukup tinggi [5][6].

Ucapan Terima Kasih

Kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Puslit Biologi dan staff terkait atas tugas yang diberikan. Kepada Kepala Bidang Botani penulis sampaikan terima kasih atas ijin yang diberikan. Kepada warga Simenggaris khususnya Pak Soni, Pak Baco, Mas Jono (WWF Nunukan), pak Wira (Tarakan) dan pak Eko (AL Tarakan) mengucapkan terima kasih atas segala bantuannya. Bagi teman-teman Botani (pak Fathi, pak Nurdin), Mikro (Arief), dan Zoologi (pak Irvan, pak Ujang, pak Pian, pak Hadi dan pak Ropik) terima kasih atas kerjasamanya selama di lapangan. Untuk pak Nova sebagai pemimpin kelompok DIPA dari program ekosistem esensial Puslit Biologi-LIPI penulis mengucapkan terima kasih atas kepercayaan yang diberikan untuk melakukan penelitian di Simenggaris, Nunukan Kalimantan Utara.

Daftar Pustaka

- [1] Ginting, A. Ng. and Mukhtar, A. S. 1999. National Policies on Biodiversity in Forestry and Estate Aspects. Dalam Gafur, A., F.X. Susilo, M. Utomo and M. van Noordwijk (Ed.). *Proceedings of the Management of Agrobiodiversity in Indonesia for Sustainable Land Use and Global Environmental Benefits*: 146- 151.
- [2] Noerdjito, M. dan Maryanto, I. 2001. *Jenis-Jenis Hayati yang Dilindungi Perundang-Undangan* Indonesia. Balitbang Zoologi (Museum Zoologicum Bogoriense) Puslitbang Biologi-LIPI dan The Nature Conservancy. Cibinong.
- [3] Kehutanan, 2005. *Rekalkulasi Penutupan Lahan Indonesia Tahun 2005*. Departemen Kehutanan. Jakarta.
- [4] Primack, R. B. Supriatna, J. Indrawan M. dan Kramadibrata, P. 1998. *Biologi Konservasi*. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- [5] Mackinson, K. G. H. Halim, H. dan Mangalik, A. 1994. *Ekologi Kalimantan*. Seri Ekologi Indonesia Buku III. Prenhallindo. Jakarta.
- [6] Kartawinata, K. 1990. *Keanekaragaman flora dalam Hutan Pamah*. Proseeding of regional Seminar on: Conservation for development of tropical rain forest in Kalimantan. Forestry and Forest Products Report: 187-208.
- [7] Dispertan. 2014. Potensi Malinau. <http://dispertan.kaltimprov.go.id/potensi-14-nunukan.html>. Diakses 20 Februari 2014.
- [8] Coutron, P. Pellisier, R. Mapaga, D. Molono, J. F. and Tellier, L. 2002. Drawing Ecological Insight from a Management-Oriented Forest Inventory in French Guiana. *Journal of Forest Ecology and Management* 172 (2003): 89-108.
- [9] Wright, S. J. 2001. *Plant Diversity in Tropical Forest*: a Review of Mechanism of Species Coexistence. *Oecologia* (2002) 130:1-14.
- [10] Terradas, J. Salvador, R. Vayreda, J. and Lloret, F. 2003. Maximal Species Richness: An Empirical Approach for Evaluating Woody Plant Forest Biodiversity. *Journal of Forest Ecology and Management* 189: 241-249.
- [11] Sadili, A. 2014. Kekayaan Jenis dan Struktur Tegakan Vegetasi di Hutan Kabungolor-Taulumbis, Propinsi Kalimantan Utara. *Keanekaragaman Hayati di Beranda Negeri*. Irfham dan Kartika Dewi (Ed.). Eastar dan LIPI. 31-38.
- [12] Sheil, D. Ducey, M. J. Sidiyasa, K. and Samsuddin, I. 2002. *A New Type of Sample unit for the Efficient Assessment of Diverse Tree Communities in Complex Forest Landscapes*. CIFOR. Bogor.
- [13] Sadili, A. 2009. A Preliminary Study on Stand's Tree in Tau Lumbis Primary Forest. In *Kalimantan Trans-Border Explorataion*: (The Protection toward Biological Resources and Culture through the " Trans-Borde World Heritage Site in Borneo" Research Center for Biology. Indonesia Institute of Sciences. Bogor.

- [14] Kartawinata, K. Purwaningsih, Partomihardjo, T. Yusuf, R. Abdulhadi, R. & Riswan, S. 2008. Floristics and Structure of a lowland Dipterocarp Forest at Wanariset Samboja, East Kalimantan, Indonesia. *Reinwardtia* 12(4): 301– 323.
- [15] Brower, J. E, Zar, J. H. 1990. *Feld and laboratory methods for general ecology*. Brown, Dubuque. Ioa.
- [16] Resosoedarmo, R. Kartawinata, K. Soegiarto, A. 1993. *Pengantar Ekologi*. PT Remaja Rosdakarya, Bandung. 32.
- [17] Mason, C.F. 1980. *Ecology*. Second Edision. Longman Inc, New York. page 23.
- [18] Suin, N. 2002. *Metode Ekologi*. Andalas University Press, Padang yakarta.
- [19] Odum, E. P. 1998. *Dasar-dasar Ekologi* (Terjemahan). Edisi III. Gadjah Mada University Press. Yog
- [20] Hartson, G. S. 1980. Neotropical Forest Dinamics. Dalam: *Tropical Succesion. Biotropica* 12 (2); 23-30.
- [21] Pratiwi dan Mulyanto, B. 2000. The Relationship between Soil Characteristics and Species Diversity in Tanjung Redep. East Kalimantan. *Journal of Foresty and Estate Research* 1 (1): 27-23.

EK-6

STRUKTUR KOMUNITAS BURUNG DI KAWASAN GUNUNG DEWATA DAN GUNUNG WARINGIN, CAGAR ALAM GUNUNG TILU, KAB. BANDUNG, JAWA BARAT

Zamzam I'lanul Anwar Atsaury^{1, a)} dan Ruhyat Partasasmita^{1, b)}

¹*Program Studi Biologi, Departement Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran*

^{a)}*zamzam.atsaury@gmail.com*

^{b)}*ruhyat.partasasmita@unpad.ac.id*

Abstrak. Hutan pegunungan menyimpan potensi keanekaragaman hayati yang sangat melimpah, termasuk keanekaragaman burung. Salah satu habitat bagi berbagai jenis burung pegunungan di pulau Jawa adalah Gunung Dewata dan Gunung Waringin yang berada di Cagar Alam Gunung Tilu. Namun demikian, baru sedikit informasi yang diungkap mengenai keanekaragaman burung disini. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur dan komunitas burung di kawasan Gunung Dewata dan Gunung Waringin, Cagar Alam Gunung Tilu. Penelitian dilakukan pada Juni – September 2015. Pengumpulan data penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *Point Count*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 519 individu dari 65 jenis burung yang terdapat dalam 24 famili yang ditemukan di lokasi penelitian. Indeks Keanekaan (H') di Gunung Dewata dan Gunung Waringin tergolong tinggi, memiliki nilai sebesar 3,43 dan 3,23 dengan Indeks Kesamaan Komunitas (ISs) sebesar 64,58%. Berdasarkan kategori IUCN, terdapat 2 jenis dengan status *Endangered* yaitu Elang Jawa dan Burung-madu gunung serta 1 jenis dengan status *Near Threatened* yaitu Brinji Gunung.

Kata kunci: struktur komunitas burung, keanekaragaman, cagar alam gunung tilu

Pendahuluan

Burung merupakan hewan yang tersebar luas di alam dan merupakan kelompok fauna yang banyak terlihat dan sering terdengar suaranya serta mampu beradaptasi dengan lingkungannya. Keberadaannya dapat ditemukan di berbagai ekosistem, baik alami maupun buatan [1]. Kemampuan terbang membantu mobilitas burung dalam melakukan aktivitas [2].

Walaupun burung dapat ditemukan di berbagai ekosistem dan menempati berbagai tipe habitat. Akan tetapi, pada tingkat spesies, burung menunjukkan pemilihan tempat tertentu untuk kehidupannya. Hal ini karena burung memerlukan syarat-syarat tertentu untuk kebutuhan habitatnya, diantaranya tempat aman dari gangguan, sehingga hutan, ladang, kebun, dan bahkan daerah pemukiman penduduk dapat menjadi habitat penting [3]. Ketersediaan makanan, tempat berlindung, bersarang, bahan sarang, tempat berkicau, dan penampakan umum vegetasi pada suatu habitat merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi dalam pemilihan habitat oleh suatu jenis burung [4].

Kawasan hutan di Jawa Barat yang memiliki keanakaan hayati tinggi dan banyak spesies yang berstatus dilindungi serta endemik adalah daerah hutan pegunungan. Hampir semua

spesies satwa endemik Jawa termasuk spesies burung dapat ditemukan di hutan pegunungan [5]. Cagar Alam Gunung Tilu (CAGT) merupakan perwakilan tipe ekosistem hutan hujan dataran tinggi dan salah satu hutan di Jawa Barat yang relatif masih utuh. Kawasan ini merupakan daerah yang bergunung-gunung dengan ketinggian antara 1.000 sampai dengan 2.434 mdpl. Hutan CAGT memiliki luas 8.000 ha dan ditetapkan statusnya sebagai Cagar Alam berdasarkan SK Menteri Pertanian No. 68/Kpts/Um/1978, tanggal 7 Februari 1978 [6].

Gunung Dewata (1840 mdpl) dan Gunung Waringin (2035 mdpl) adalah contoh gunung yang ada di Cagar Alam Gunung Tilu. Kedua gunung ini memiliki letak yang bersebelahan dan posisinya berada di sebelah utara Perkebunan Teh Dewata PT. Chakra, yang merupakan perkebunan teh di dalam kawasan CAGT. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur dan komunitas burung di kawasan Gunung Dewata dan Gunung Waringin.

Bahan dan Metode

A. Lokasi dan waktu penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Cagar Alam Gunung Tilu. Pengamatan dilakukan di dua kawasan yaitu Gunung Dewata dan Gunung Waringin. Pengamatan dilakukan pada waktu pagi 06.30 – 11.00 dan pada sore hari 14.00-17.00.

B. Peralatan yang digunakan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biokuler, burung-burung di Sumatera, Jawa, Bali dan Kalimantan [2], GPS, kamera dan Peta Topografi Barutunggul (Bakosurtanal) skala 1 : 25.000.

C. Cara kerja

Metode yang digunakan untuk pengambilan data burung menggunakan metode titik hitung atau *Point Count* [7]. Titik-titik hitung (*point count* disingkat PC) pengambilan data ditempatkan secara acak pada kawasan yang akan diamati, yaitu Gunung Dewata dan Gunung Waringin. *Point Count* ditentukan jumlahnya pada setiap kawasan berdasarkan luas wilayah yang akan diteliti. Jumlah PC pada setiap kawasan mewakili sekitar 20% dari luas wilayah setiap kawasan yang diteliti.

Penempatan setiap PC paling tidak berjarak 150 meter dari batas luar setiap kawasan, kemudian jarak antar PC sebesar 150 meter. Hal tersebut dimaksudkan untuk menghindari penghitungan berulang-ulang pada suatu individu burung. Radius pengamatan pada setiap PC yaitu 25 meter, karena lokasi pengamatan merupakan hutan alam memiliki kondisi tata guna lahan yang rapat. Pengamatan pada setiap PC dilakukan selama 20 menit [7]. Jumlah titik hitung untuk setiap kawasan bervariasi sesuai dengan luas kawasan. Ulangan pengumpulan data untuk setiap titik hitung adalah 6 kali. Luas kawasan penelitian sendiri adalah : Gunung Dewata adalah ± 307 ha dan Gunung Waringin adalah ± 761 ha. Parameter yang diamati adalah jumlah jenis dan jumlah individu di ke dua lokasi pengamatan.

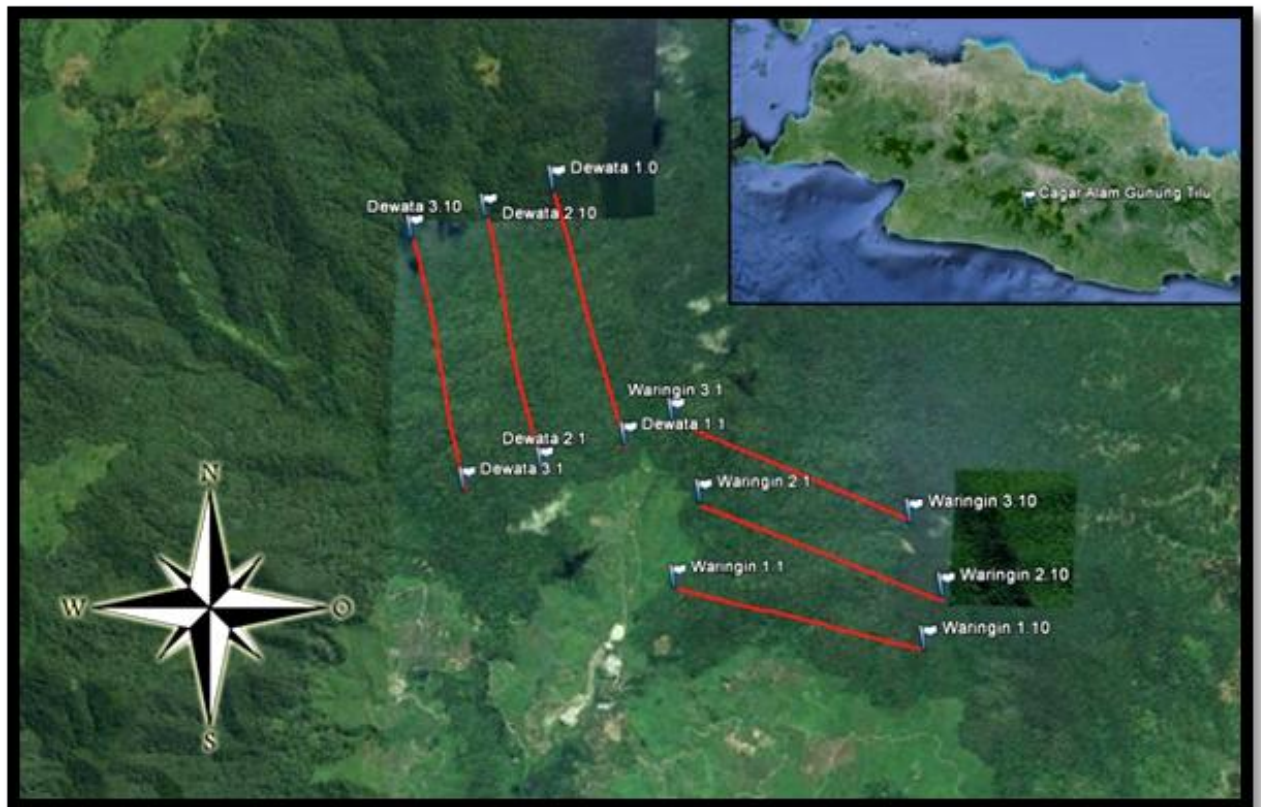
D. Analisis data

a. Frekuensi

Parameter ini digunakan untuk menyatakan proporsi antara jumlah sampel yang beris suatu jenis tertentu dengan jumlah total sampel atau dengan kata lain frekuensi merupakan parameter yang menunjukkan luas tidaknya penyebaran suatu jenis pada lokasi tertentu. Nilai frekuensi relatif dihitung untuk menunjukkan perbandingan luas penyebaran suatu jenis dengan jenis lainnya di lokasi penelitian.

$$\text{Frekuensi Mutlak (FM)} = \frac{\text{Jumlah titik hitung ditemukannya suatu jenis}}{\text{Jumlah seluruh titik hitung}}$$

$$\text{Frekuensi Relatif (FR)} = \text{FM} \times 100\%$$



Gambar 1. Lokasi Pengamatan

b. Kelimpahan (*Abundance*)

Menurut van Balen (1984) [7] penentuan nilai kelimpahan ini untuk mengetahui atau menetapkan jenis-jenis burung yang melimpah atau tidak. Nilai kelimpahan relatif dapat menyatakan perbandingan dominansi satu jenis burung terhadap jenis lainnya.

$$\text{Kelimpahan Mutlak (KM)} = \frac{\text{Jumlah individu suatu jenis}}{\text{Jumlah total individu seluruh jenis}}$$

$$\text{Kelimpahan Relatif (FR)} = \text{KM} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Indeks Nilai Penting (SDR)} \\ \text{SDR} &= \text{KR} + \text{FR} \end{aligned}$$

Dominansi (D)

Penentuan nilai dominansi berfungsi untuk menentukan atau menetapkan jenis burung yang dominan, sub-dominan atau tidak dominan dalam suatu jalur pengamatan.

$$\text{Dominansi (D)} = \frac{\text{Nilai Penting Jenis } i}{\text{Jumlah Total Nilai Penting}} \times 100\%$$

Adapun kriteria penetapan tingkat dominansi sebagai berikut: nilai $D > 5\%$, sub dominan ($D = 2-5\%$) dan burung tidak dominan ($D < 2\%$).

c. Indeks Keanekaragaman Jenis (H')

Keanekaragaman jenis burung diketahui dengan menggunakan Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener [8, 9], dengan rumus : $H' = - \sum P_i \ln P_i$

d. Indeks Kemerataan (E)

Indeks kemerataan (*Index of evenness*) berfungsi untuk mengetahui kemerataan setiap jenis dalam setiap komunitas yang dijumpai.

$$E = H' / \ln S$$

Keterangan: E = indeks kemerataan (nilai antara 0 – 10)

H' = keanekaragaman jenis burung

ln = logaritma natural

S = jumlah jenis.

e. Kesamaan Komunitas(Similaritas)

Indeks kesamaan spesies komunitas digunakan untuk mengetahui perbedaan atau persamaan spesies burung yang hidup di setiap komunitas tanpa melihat proporsi kelimpahannya. Untuk mengetahui nilai kesamaan jenis-jenis burung pada kedua lokasi, maka dicari nilai indeks kesamaan jenis menggunakan rumus [10]:

$$ISs = \frac{2c}{a+b} \times 100 \%$$

Keterangan

S : Indeks kesamaan jenis pada habitat yang berbeda

A : Jumlah jenis yang terdapat pada habitat A

B : Jumlah jenis yang terdapat pada habitat B

C : Jumlah jenis yang terdapat pada kedua habitat

Hasil

Berdasarkan hasil pengamatan, didapatkan 79 jenis burung dari 31 familia, dengan 65 jenis dari 24 familia, sebanyak 519 individu (82,28%) tercatat dalam titik hitung sedangkan sisanya yaitu 14 jenis dari 7 famili dan (17,72%) tercatat diluar titik hitung. Jenis burung yang tercatat di luar titik hitung, merupakan jenis yang dijumpai di daerah perkebunan teh, sungai sekitar pemukiman dan kebun pertanian masyarakat setempat.

Tabel 1. Struktur dan Komunitas Burung

No	Nama Indonesia	Nama Latin	FR(%)	KR(%)	SDR	D(%)
1	Cingcoang coklat	<i>Brachypteryx leucophrys</i> (Temminck, 1828)	26,67	4,05	30,71	6,558
2	Wergan jawa	<i>Alcippe pyrrhoptera</i> (Bonaparte, 1850)	18,33	11,6	29,89	6,384
3	Opior jawa	<i>Lophozosterops javanicus</i> (Horsfield, 1821)	16,67	9,83	26,49	5,657
4	Takur tohtor	<i>Megalaima armillaris</i> Temminck, 1821	21,67	2,7	24,36	5,203
5	Kipasan ekor-merah	<i>Rhipidura phoenicura</i> S. Müller, 1843	15	5,39	20,39	4,355
6	Kacamata biasa	<i>Zosterops palpebrosus</i> (Temminck, 1824)	11,67	8,29	19,95	4,26
7	Munguk loreng	<i>Sitta azurea</i> Lesson, 1830	11,67	6,74	18,41	3,931
8	Pijantung kecil	<i>Arachnothera longirostra</i> (Latham, 1790)	15	3,08	18,08	3,861
9	Brinji gunung	<i>Ixos virescens</i> Temminck, 1825	13,33	2,7	16,03	3,423
10	Berencet kerdil	<i>Pnoepyga pusilla</i> Hodgson, 1845	13,33	1,93	15,26	3,259
11	Srigunting kelabu	<i>Dicrurus leucophaeus</i> Vieillot, 1817	11,67	1,35	13,02	2,779
12	Uncal loreng	<i>Macropygia unchall</i> (Wagler, 1827)	10	1,54	11,54	2,465
13	Ayam-hutan merah	<i>Gallus gallus</i> (Linnaeus, 1758)	10	0,96	10,96	2,341
14	Sepah gunung	<i>Pericrocotus miniatus</i> (Temminck, 1822)	5	5,59	10,59	2,261
15	Tepus pipi-perak	<i>Stachyris melanothorax</i> (Temminck, 1823)	8,333	2,12	10,45	2,232
16	Sikatan ninon	<i>Eumyias indigo</i> (Horsfield, 1821)	8,333	1,54	9,875	2,109
17	Bubut alang-alang	<i>Centropus bengalensis</i> Gmelin, 1788	8,333	1,16	9,489	2,026
18	Kapasan sayap-putih	<i>Lalage sueurii</i> (Vieillot, 1818)	6,667	1,54	8,208	1,753
19	Puyuh batu	<i>Coturnix chinensis</i> (Linnaeus, 1766)	6,667	1,16	7,823	1,67
20	Kacamata gunung	<i>Zosterops montanus</i> Bonaparte, 1850	5	2,7	7,697	1,644
21	Kipasan bukit	<i>Rhipidura euryura</i> S. Müller, 1843	6,667	0,77	7,437	1,588
22	Julang emas	<i>Rhyticeros undulatus</i> Shaw, 1811	5	2,31	7,312	1,561
23	Cinenen pisang	<i>Orthotomus sutorius</i> (Pennant, 1769)	5	1,54	6,541	1,397
24	Puyuh-gonggong jawa	<i>Arborophila javanica</i> (Gmelin, 1789)	5	1,16	6,156	1,315
25	Srigunting bukit	<i>Dicrurus remifer</i> (Temminck, 1823)	5	0,96	5,963	1,273

No	Nama Indonesia	Nama Latin	FR(%)	KR(%)	SDR	D(%)
26	Pergam gunung	<i>Ducula badia</i> (Raffles, 1822)	5	0,77	5,771	1,232
27	Elang-ular bido	<i>Spilornis cheela</i> (Latham, 1790)	5	0,77	5,771	1,232
28	Kucica kampung	<i>Copsychus saularis</i> (Linnaeus, 1758)	5	0,58	5,578	1,191
29	Cica-koreng jawa	<i>Megalurus palustris</i> Horsfield, 1821	5	0,58	5,578	1,191
30	Cabai polos	<i>Dicaeum concolor</i> Jerdon, 1840	3,333	1,16	4,489	0,959
31	Decu belang	<i>Saxicola caprata</i> (Linnaeus, 1766)	3,333	0,77	4,104	0,876
32	Delimukan zamrud	<i>Chalcophaps indica</i> (Linnaeus, 1758)	3,333	0,58	3,911	0,835
33	Cucak gunung	<i>Pycnonotus bimaculatus</i> (Horsfield, 1821)	3,333	0,58	3,911	0,835
34	Cingcoang biru	<i>Brachypteryx montana</i> Horsfield, 1821	3,333	0,58	3,911	0,835
35	Ceret gunung	<i>Cettia vulcania</i> (Blyth, 1870)	3,333	0,58	3,911	0,835
36	Caladi ulam	<i>Dendrocopos macei</i> Vieillot, 1818	3,333	0,58	3,911	0,835
37	Wiwik uncuung	<i>Cacomantis sepulcralis</i> (S. Müller, 1843)	3,333	0,39	3,719	0,794
38	Sikatan belang	<i>Ficedula westermanni</i> (Sharpe, 1888)	3,333	0,39	3,719	0,794
39	Gagak hutan	<i>Corvus enca</i> (Horsfield, 1821)	3,333	0,39	3,719	0,794
40	Empuloh janggut	<i>Criniger bres</i> (Lesson, 1831)	3,333	0,39	3,719	0,794
41	Pelanduk asia	<i>Malacocincla abboti</i> Blyth, 1845)	1,667	1,16	2,823	0,603
42	Takur ungkut-ungkut	<i>Megalaima haemacephala</i> P. L. S. Müller, 1776	1,667	0,58	2,245	0,479
43	Meninting kecil	<i>Enicurus velatus</i> Temminck, 1822	1,667	0,58	2,245	0,479
44	Cucak kutilang	<i>Pycnonotus aurigaster</i> (Jardine & Selby, 1837)	1,667	0,58	2,245	0,479
45	Walik kepala-ungu	<i>Ptilinopus porphyreus</i> (Temminck, 1823)	1,667	0,39	2,052	0,438
46	Prenjak coklat	<i>Prinia polychroa</i> (Temminck, 1828)	1,667	0,39	2,052	0,438
47	Elang hitam	<i>Ictinaetus malayensis</i> (Temminck, 1822)	1,667	0,39	2,052	0,438
48	Cipoh kacat	<i>Aegithina tiphia</i> (Linnaeus, 1758)	1,667	0,39	2,052	0,438
49	Cinenen kelabu	<i>Orthotomus ruficeps</i> (Lesson, 1830)	1,667	0,39	2,052	0,438
50	Cica-daun sayap biru	<i>Chloropsis cochinchinensis</i> (Gmelin, 1789)	1,667	0,39	2,052	0,438
51	Burung-madu ekor-merah	<i>Aethopyga temminckii</i> (S. Müller, 1843)	1,667	0,39	2,052	0,438
52	Srigunting hitam	<i>Dicrurus macrocercus</i> Vieillot, 1817	1,667	0,19	1,859	0,397
53	Punai pengantin	<i>Treron griseicauda</i> Wallace, 1862	1,667	0,19	1,859	0,397
54	Prenjak jawa	<i>Prinia familiaris</i> Horsfield, 1821	1,667	0,19	1,859	0,397
55	Pelatuk sayap-merah	<i>Picus puniceus</i> Horsfield, 1821	1,667	0,19	1,859	0,397
56	Pelatuk kundang	<i>Reinwardtipicus validus</i> Temminck, 1825	1,667	0,19	1,859	0,397
57	Kedasi hitam	<i>Surniculus lugubris</i> (Horsfield, 1821)	1,667	0,19	1,859	0,397
58	Elang jawa	<i>Nisaetus bartelsi</i> (Stresemann, 1924)	1,667	0,19	1,859	0,397
59	Ciung-batu siul	<i>Myophonus caeruleus</i> (Scopoli, 1786)	1,667	0,19	1,859	0,397
60	Cekakak batu	<i>Lacedo pulchella</i> (Horsfield, 1821)	1,667	0,19	1,859	0,397
61	Burung-madu sriganti	<i>Cinnyris jugularis</i> (Linnaeus, 1766)	1,667	0,19	1,859	0,397
62	Burung-madu gunung	<i>Aethopyga eximia</i> (Horsfield, 1821)	1,667	0,19	1,859	0,397
63	Bentet kelabu	<i>Lanius schach</i> Linnaeus, 1758	1,667	0,19	1,859	0,397
64	Ayam-hutan hijau	<i>Gallus varius</i> (Shaw, 1798)	1,667	0,19	1,859	0,397
65	Anis hutan	<i>Zoothera andromedae</i> (Temminck, 1826)	1,667	0,19	1,859	0,397
TOTAL				100		100

Tabel 2. Indeks Keanekaan Komunitas

Kawasan	Jumah Jenis	Jumlah Burung	H'
Gunung Waringin	46	264	3,23
Gunung Dewata	50	255	3,43
Gunung Waringin dan Gunung Dewata	65	519	3,47

Tabel 3. Indeks Kesamaan Komunitas

Kawasan	Jumlah			ISs
	Jenis	Jenis Yang sama	Jenis yang berbeda	
Gunung Waringin	46	31	15	-
Gunung Dewata	50	31	19	-
Gunung Waringin dan Gunung Dewata	65	-	-	64,58%

Tabel 4. Indeks Perataan Jenis

Kawasan	H'	E
Gunung Waringin	3,23	0,84
Gunung Dewata	3,43	0,88
Gunung Waringin dan Gunung Dewata	3,47	0,83

Pembahasan

A. Frekuensi Relatif

Frekuensi adalah parameter yang menyangkut tingkat keseragaman terdapatnya individu suatu jenis di dalam suatu daerah. Parameter ini digunakan untuk menyatakan proporsi antara jumlah sampel yang berisi suatu jenis tertentu dengan jumlah total sampel, atau dengan kata lain frekuensi merupakan parameter yang menunjukkan luas tidaknya penyebaran suatu jenis pada lokasi tertentu. Nilai frekuensi relatif (FR) dihitung untuk menunjukkan perbandingan luas penyebaran suatu jenis dengan jenis lainnya di lokasi penelitian.

Dari data yang disajikan Tabel 1., frekuensi burung tertinggi di lokasi penelitian adalah Cingcoang coklat (*Brachypteryx leucophrys*) dengan FR = 26,67 %. Bila dilihat dari masing-masing gunung, jenis ini juga memang merupakan yang paling tinggi frekuensinya, dimana di Gunung Waringin dan Gunung Dewata juga sama, FR = 26,67 %. Tingginya frekuensi jenis menunjukkan tingkat adaptasi yang tinggi dalam pemanfaatan kedua kawasan gunung. Cingcoang coklat (*Brachypteryx leucophrys*) adalah jenis burung pemakan cacing dari family Turdidae. Kanopi hutan di lokasi penelitian yang memiliki penutupan rapat merupakan salah satu faktornya, karena dengan minimnya cahaya yang masuk ke lantai hutan, maka akan sedikit pula tumbuhan lantai hutan seperti rerumputan akan tumbuh. Kondisi seperti ini memungkinkan burung-burung pemakan cacing mudah untuk mencari makan di permukaan tanah.

Hasil Tabel 1. juga menunjukkan bahwa terdapat 24 jenis burung dengan tingkat perjumpaan yang rendah yakni hanya ditemukan di satu titik pengamatan dengan nilai FR = 1,667%. Spesies-spesies tersebut berarti hanya ditemukan di salah satu kawasan gunung. Rendahnya tingkat perjumpaan dari ke 24 jenis tersebut diperkirakan karena sulit untuk mendeteksi keberadaannya, spesies tersebut sensitif dengan kehadiran manusia, daerah sebaran yang terbatas dan populasi yang kecil dikarenakan kalah bersaing dengan spesies yang berasal dari suku yang sama [11].

B. Kelimpahan Relatif

Kelimpahan adalah individu setiap jenis burung yang tercatat pada suatu tempat tertentu. Menurut van Balen (1984) [7] penentuan nilai kelimpahan ini untuk mengetahui atau menetapkan jenis-jenis burung yang melimpah atau tidak. Nilai kelimpahan relatif (KR) dihitung untuk menunjukkan perbandingan setiap perbandingan abundansi satu jenis burung terhadap jenis lainnya yang terdapat di lokasi penelitian.

Dari data yang disajikan Tabel 1, didapat burung yang memiliki kelimpahan tertinggi di lokasi penelitian yaitu, Wergan Jawa (*Alcippe pyrrhoptera*) dengan KR = 11,56%. Bila dilihat dari masing-masing gunung, jenis ini juga merupakan yang paling tinggi kelimpahannya di Gunung Dewata dengan KR = 12,94%, namun tidak jika di Gunung Waringin, yang hanya menduduki tertinggi kedua dengan KR = 10,23%, justru kelimpahan tertingginya adalah Opor Jawa (*Lophozosterops palpebrosus*) KR = 14,02%.

Hasil Tabel 1. juga menunjukkan bahwa terdapat 14 jenis burung dengan tingkat abundansi yang rendah yakni hanya ditemukan satu individu dengan nilai KR = 0,193%. Jenis-jenis tersebut juga berarti hanya ditemukan di salah satu kawasan gunung. Hal tersebut menunjukkan bahwa ke 14 jenis burung ini hidup dalam jumlah yang individu terbatas, atau bisa dikatakan merupakan jenis yang soliter dan tidak hidup dalam suatu kelompok.

C. Dominansi

Dominansi didapat dari persentase SDR (nilai penting) suatu jenis yang dibandingkan terhadap SDR keseluruhan. SDR sendiri didapat dari hasil penjumlahan frekuensi relatif (FR) dan kelimpahan relatif (KR) dari masing masing jenis, yang berarti persentase kehadiran dan abundansi setiap jenisnya sudah menjadi satu. Dominansi menggambarkan tingkat dominansi suatu jenis di lokasi penelitian.

Dari data yang disajikan Tabel 4.2, didapat burung yang memiliki dominansi tertinggi di lokasi penelitian yaitu Cingcoang coklat (*Brachypteryx leucophrys*) dengan $D = 6,558\%$. Selain jenis tersebut terdapat pula jenis burung yang memiliki nilai $D > 5\%$, yaitu Wergan jawa (*Alcippe pyrrhoptera*), Opor jawa (*Lophozosterops palpebrosus*) dan Takur tohtor (*Megalaima armillaris*). Nilai $D > 5\%$ tersebut menunjukkan bahwa keempat jenis tersebut merupakan burung yang memiliki dominansi tinggi di lokasi penelitian. Kemudian didapat juga jenis burung yang mempunyai nilai $D = 2-5\%$, yaitu Kipasan ekor-merah (*Rhipidura phoenicura*), Kacamata biasa (*Zosterops palpebrosus*), Munguk loreng (*Sitta azuarea*), Pijantung kecil (*Arachnothera longirostris*), Brinji gunung (*Ixos virescens*), Berencet kerdil (*Pnoepyga pusilla*), Srigunting kelabu (*Dicrurus leucocephalus*), Uncal loreng (*Macropygia unchall*), Ayamg-hutan merah (*Gallus gallus*), Sepah gunung (*Pericrocotus miniatus*), Tepus pipi-perak (*Stachyris melanothorax*), Sikatan ninon (*Eumyias indigo*) dan Bubut alang-alang (*Centropus bengalensis*). Nilai $D = 2-5\%$ tersebut berarti bahwa ke 13 jenis tersebut memiliki tingkat dominansi yang sedang (sub dominan) di lokasi penelitian. Lalu jenis lain yang memiliki $KR < 2\%$ yang berarti merupakan jenis yang tidak dominan.

D. Indeks Keanekaan Komunitas

Berdasarkan Tabel 2., dapat dilihat bahwa indeks keanekaan komunitas burung di lokasi penelitian adalah 3,47. Besaran $H' > 3.5$ menunjukkan bahwa keanekaan komunitas di lokasi penelitian tergolong tinggi [9]. Menurut Shannon-Wiener (1949), semakin tinggi nilai indeksnyanya maka semakin baik kemampuan daya dukung ekosistemnya [12]. Hal tersebut dipengaruhi oleh jumlah individu jenis burung, kelimpahan dan pertemuan burung pada setiap lokasi penelitian. Hal ini juga menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah jenis dan meratanya jumlah jenis di setiap titik penelitian maka kekayaan jenis burung semakin tinggi yang mempengaruhi keanekaan jenis burung di suatu daerah.

Setiap lokasi gunung dihitung indeks keanekaan komunitas burung, keduanya menunjukkan nilai yang berbeda, namun perbedaannya relatif kecil. Gunung Waringin memiliki H' sebesar 3,23 sedangkan Gunung Dewata memiliki H' sebesar 3,43. Kedua gunung ini memiliki nilai $H' 1.5 - 3.5$, yang menunjukkan keanekaan komunitas burungnya tergolong sedang. Sekitar 70,77% jenis burung yang ditemukan, terdapat di hutan Gunung Waringin dan 76,92% terdapat di hutan Gunung Dewata. Adanya kemiripan tipe vegetasi diperkirakan menjadi faktor utama dari terbentuknya kondisi tersebut, meskipun kondisi ini tidak selalu berlaku pada beberapa spesies secara individual.

Keanekaan jenis yang tinggi menunjukkan kompleksitas suatu komunitas sehingga suatu komunitas dengan variasi jenis yang besar memungkinkan terjadinya interaksi-interaksi jenis yang tinggi. Sebuah komunitas disebut mempunyai keanekaan jenis tinggi apabila jenis-jenis yang ada atau seluruhnya mempunyai kelimpahan yang sama [11].

Keanekaan vegetasi dan struktur habitat merupakan faktor yang sangat penting bagi komunitas burung dalam habitatnya. Hutan merupakan struktur yang kompleks, memberikan lebih banyak relung, dan memiliki tingkat tumbuhan dan serangga yang tinggi. Semakin kompleks kondisi vegetasinya akan semakin sesuai dengan kebutuhan tempat bagi kehidupan burung, dan ini dapat mendukung lebih banyak jenis [13].

E. Indeks Kesamaan Komunitas

Indeks kesamaan digunakan untuk mengetahui dan membandingkan tingkat kesamaan dan perbedaan jenis burung yang menyusun suatu komunitas dengan komunitas lainnya. Indeks

kesamaan komunitas antara Gunung Waringin dan Gunung Dewata memiliki persentase diatas 50%, yang berarti bahwa keduanya memiliki kesamaan komunitas yang tinggi.

Dari 65 jenis di lokasi penelitian, terdapat 31 jenis dari Gunung Waringin dan Gunung Dewata yang sama, yaitu : Ayam-hutan merah (*Gallus gallus*), Pnoepyga pusilla, *Ixos virescens*, Bubut alang-alang (*Centropus bengalensis*), Caladi ulam (*Dendrocopos macei*), Ceret gunung (*Cettia vulcania*), Cica-koreng jawa (*Megalurus palustris*), Cinenen pisang (*Orthotomus sutorius*), Cingcoang coklat (*Brachypteryx leucophrys*), Cucak gunung (*Pycnonotus bimaculatus*), Decu belang (*Saxicola caprata*), Elang-ular bido (*Spilornis cheela*), Kacamata biasa (*Zosterops palpebrosus*), Kacamata gunung (*Zosterops montanus*), Kapasan sayap-putih (*Lalage sueurii*), Kipasan ekor-merah (*Rhipidura phoenicura*), Kucica kampung (*Copsychus saularis*), Munguk loreng (*Sitta azurea*), Opior jawa (*Lophozosterops javanicus*), Pergam gunung (*Ducula badia*), Pijantung kecil (*Arachnothera longirostra*), Puyuh-gonggong jawa (*Arborophila javanica*), Sepah gunung (*Pericrocotus miniatus*), Sikatan belang (*Ficedula westermanni*), Sikatan ninon (*Eumyias indigo*), Srigunting kelabu (*Dicrurus leucophaeus*), Takur tohtor (*Megalaima armillaris*), Tepus pipi-perak (*Stachyris melanothorax*), Uncal loreng (*Macropygia unchall*), Wergan jawa (*Alcippe pyrrhoptera*) dan Wiwik uncuing (*Cacomantis sepulcralis*).

Kesamaan komunitas yang tinggi pada lokasi penelitian sangat dipengaruhi oleh kondisi habitat. Semakin tinggi kesamaan komunitasnya, maka semakin tinggi pula kesamaan habitatnya. Hal ini tentu karena Gunung Waringin dan Gunung Dewata memiliki tempat yang berdekatan. Meski begitu, jenis penyusun komunitas burung di masing-masing gunung tidaklah sama persis. Terdapat kondisi seperti kompleksitas strata tumbuhan, kenanekaan jenis tumbuhan, keberadaan predator, aktivitas manusia hingga ketinggian dan kontur kedua gunung dengan karakter masing-masing yang menciptakan perbedaan komunitas burung, meski tidak signifikan.

F. Indeks Perataan Jenis

Kemerataan jenis burung menunjukkan tingkat penyebaran jenis-jenis burung pada suatu lokasi pengamatan. Nilai indeks ini berkisar antara 0-1. Semakin mendekati angka 1 maka jenis-jenis burung tersebar secara merata. Sebaliknya, jika mendekati 0 maka jenis-jenis burung tidak tersebar secara merata dan terdapat jenis yang dominan.

Indeks perataan di lokasi penelitian menunjukkan nilai yang tinggi dan mendekati angka 1. Begitupun indeks perataan di masing-masing gunung yang hampir memiliki nilai yang sama. Nilai E ini menunjukkan kompetisi intraspesies yang tidak tinggi, dimana ketersediaan pakan yang dibutuhkan oleh suatu jenis burung dapat diperoleh tidak pada hanya satu lokasi, tetapi pada sebagian besar wilayah sehingga semua kawasan memiliki sumber daya yang sama. Hal ini juga menggambarkan bahwa hampir seluruh spesies burung memiliki tingkat mobilitas yang tinggi sehingga dapat memanfaatkan hutan di Gunung Waringin dan Gunung Dewata.

Terdapat perbedaan indeks kerataan diantara kedua gunung, namun angkanya relatif kecil. Perbedaan tersebut dikarenakan oleh kehadiran jenis dan abudansi individu di kedua gunung yang memang terdapat sedikit perbedaan. Keanekaan spesies terdiri atas jumlah jenis yang mengarah kepada kekayaan jenis dan frekuensi relatif yang mengarah kepada perataan [12]. Sedangkan tata guna lahan dengan struktur vegetasi yang lebih sederhana dan homogen memiliki keanekaan spesies yang rendah namun jumlah individu untuk setiap spesiesnya tinggi.

Didapatkan 79 jenis burung dari 31 famili, dengan 65 jenis dari 24 famili, sebanyak 519 individu (82,28%) tercatat dalam titik hitung sedangkan sisanya yaitu 14 jenis dari 7 famili dan (17,72%) tercatat diluar titik hitung.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Aspinal Foundation-Indonesia Programs atas bantuannya di lapangan, kedua orangtua yang senantiasa memberi doa dan dukungan serta pihak-pihak yang telah membantu penelitian ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Daftar Pustaka

- [1] Partasasmita R. 1998. Ekologi makan burung betet, *Psittacula alexandri* (L.) di kawasan kampus IPB Darmaga, Jawa Barat. *Tesis*. Institut Teknologi Bandung.
- [2] MacKinnon J, Karen P. & Van Balen S. 2000. *Seri Panduan Lapangan Burung-burung di Sumatera, Jawa, Bali dan Kalimantan*. Puslitbang Biologi UPI. Bogor.
- [3] Partasasmita R, Mardiasuti A, Solihin DD, Widjajakusuma R, Prijono SN, Ueda K. 2009a, Komunitas burung pemakan buah di habitat suksesi. *Jurnal Biosfera* 26(2): 90-99.
- [4] Welty JC, & Baptista W. 1988. *The Life of Bird*. 4thed. New York: Saunders College Publishing. 419, 421
- [5] Whitten T, Soeriaatmadja R, & Ariff, S A. 1996, *The Ecology of Java and Bali*. Dalhousie University, Periplus Editions (HK) Ltd, Singapore.
- [6] Siswoyo, W. Wajihadin, A. Jahidi, A. & J. Efendi. 2005. Identifikasi Permasalahan Konservasi Wilayah Bandung Selatan II. Bandung : 26 halaman
- [7] Bibby CJ, Jones M, Marden S. 2000. *Teknik-teknik ekspedisi lapangan survei burung*, diterjemahkan oleh YPAL, BirdLife International-IP, Bogor.
- [8] Meffe GK & Carroll CR. 1994. *Principles of Conservation Biology*. Massachussets: Sinauer Association, INC
- [9] Magurran, A. E. 2004. *Ecological Diversity and Its measurement*. Princeton University Press. New Jersey.
- [10] Odum PE. 1993. *Dasar-dasar ekologi*, diterjemahkan oleh Samingan T, Srigandono B. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press.
- [11] Husodo T. 2006. Komunitas Burung pada Hutan yang Terfragmentasi dan Bercak Tata Guna Lahan Pertanian di Daerah Aliran Sungai Citarum Hulu, Kabupaten Bandung. *Disertasi*. Program Pascasarjana Universitas Padjadjaran, Bandung.
- [12] Krebs JR. & Davies N. B. 1985. *An Introduction to Behavioral Ecology*. Oxford: Black Well Scientific.
- [13] Partasasmita R, Mardiasuti A, Solihin DD, Widjajakusuma R, Prijono SN, Ueda K. 2009b. Struktur dan komposisi vegetasi suksesi yang digunakan burung semak sebagai habitat. *Jurnal Biotika* 7(2): 94 – 107.

EK-7

Dissolved Organic Carbon (DOC) dan Particulate Organic Carbon (POC) dari Ekosistem Tanah dan Sungai di Cagar Alam Dungus Iwul, Jawa Barat

SitiSundari

*Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)
Jl. Raya Jakarta Bogor KM. 46 Cibinong Science Center, Cibinong 16911*

ndariekologi@yahoo.com

Abstrak. Penelitian *dissolved organic carbon* (DOC) dan *particulate organic carbon* (POC) dari ekosistem tanah dan ekosistem sungai telah dilakukan di Cagar Alam Dungus Iwul yang merupakan hutan hujan dataran rendah di desa Wirajaya Kecamatan Jasinga Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat. Jenis dominan di Cagar Alam ini adalah iwul (*Orania sylvicola*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pelepasan karbon terlarut dalam bentuk konsentrasi DOC dan POC dari ekosistem tanah dan ekosistem sungai di Cagar Alam Dungus Iwul, beserta hubungannya dengan pH tanah dan *electrical conductivity* (EC) di sungai sekitar Cagar Alam Dungus Iwul. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pelepasan karbon dalam bentuk DOC dan POC dari ekosistem tanah meningkat dengan semakin rendahnya pH tanah, sedangkan DOC dan POC dari ekosistem sungai semakin menurun dari bagian hulu menuju hilir dengan semakin meningkatnya (EC) yang berarti semakin banyak ion-ion logam yang terikat dengan DOC yang sebagian besar disebabkan kontaminasi air oleh aktivitas masyarakat sekitar Cagar Alam Dungus Iwul.

Kata kunci: Cagar Alam Dungus Iwul, DOC, pH tanah, POC

Abstract. The research on *dissolved organic carbon* (DOC) and *particulate organic carbon* (POC) from soil and river ecosystems have been conducted at the Dungus Iwul Nature Reserve which is an area of lowland rain forest in the Wirajaya village, Jasinga District, Bogor Regency, West Java Province. Dominant species in this nature reserve is iwul (*Orania sylvicola*). The aims of this study is to determine the release of carbon in the form of DOC and POC concentrations from soil and river ecosystems in the Dungus Iwul Nature Reserve, and its relationship with soil pH and *electrical conductivity* (EC) in a river surroundings Dungus Iwul Nature Reserve. The results showed that the release of carbon in the form of DOC and POC from the soil ecosystem increased with the decrease of soil pH, while the DOC and POC from the river ecosystem decreased from the upstream to the downstream by increasing EC, which means more metal ions bounded with DOC that was mainly caused by water contamination caused by the activities of people around the Nature Reserve.

Keywords: Dungus Iwul Nature Reserve, DOC, POC, soil pH

Pendahuluan

Cagar Alam Dungus Iwul merupakan kawasan hutan hujan dataran rendah yang status pengelolaannya diperoleh melalui penunjukan pada zaman pemerintah Belanda. Penunjukkan

kawasan dilakukan melalui SK GB (*Besluit van den Gouverneur-General*) No. 23 Staatsblad 99 tanggal 20 Maret 1931 dengan luas kawasan 9 Ha. Secara geografis, kawasan ini berada pada 6°31'00"LS dan 106°26'00"BT [1]. Dunggus yaitu sebidang hutan kecil yang disisakan tidak untuk pertanian, sedang Iwul adalah nama suatu tanaman sejenis palma yang banyak tumbuh di cagar alam ini. Menurut administrasi pemerintahan, Cagar Alam Dungus Iwul terletak di desa Wirajaya, Kecamatan Jasinga, Kabupaten Bogor dan secara langsung berbatasan dengan desa Tapos dan areal perkebunan kelapa sawit PTPN VIII Cikasungka. Keadaan topografi kawasan ini relatif datar dan ketinggian 175 m di atas permukaan laut. Berdasarkan klasifikasi iklim Schmidt and Ferguson, kawasan ini termasuk tipe iklim A dengan curah hujan rata-rata pertahun 3,191 mm. Selain Iwul (*Orania Sylvicola*) yang merupakan jenis dominan di cagar alam ini [2], jenis lain adalah Kibentil (*Kickseia arborea*), Anggrit (*Adina polychepala*), Dahu (*Dracontomelon mangiferum*), Ki Hijoer (*Quercus blaumena*), Ranji (*Dialium indum*) dan Teureup (*Artocarpus elastica*).

Pemanfaatan Cagar Alam Dungus Iwul terbatas pada kepentingan penelitian dan pengembangan, ilmu pengetahuan, pendidikan, dan kegiatan lainnya yang mendukung budidaya, sehingga belum banyak yang diketahui dan dilaporkan mengenai Cagar Alam Dungus Iwul, terutama berkaitan dengan tanah yang berhubungan dengan pelepasan karbon dari ekosistem tanah dan sungai yang berada di sekitar Cagar Alam Dungus Iwul baik dalam bentuk *dissolved organic carbon* (DOC) maupun *particulate organic carbon* (POC). DOC didefinisikan sebagai organik material yang mampu melewati filter 0,45 µm. DOC merupakan organik karbon yang berada dalam bagian tanah yang dapat dimineralisasi, distabilisasi atau mengalami pencucian lebih lanjut dalam aliran air bawah tanah, sedangkan POC didefinisikan sebagai karbon yang tidak mampu melewati filter DOC 0,45 µm atau yang tertahan di atas filter tersebut [3] [4]. Beberapa penelitian mengenai DOC dan POC sebagian besar dilakukan di lahan gambut maupun hutan gambut yang mempunyai kandungan karbon organik di dalam tanah yang besar [5] [6], dan Sundari (2012, 2013) menyatakan bahwa air gambut mempunyai kandungan DOC jauh lebih besar daripada POC. Penelitian mengenai DOC dan POC di hutan selain gambut sangat jarang dilakukan apalagi di hutan hujan dataran rendah seperti di Cagar Alam Dungus Iwul belum ada data tentang pelepasan karbon dalam bentuk konsentrasi DOC dan POC, sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pelepasan karbon dalam bentuk DOC dan POC dari ekosistem tanah di Cagar Alam Dungus Iwul dan dari ekosistem sungai yang berada di sekitar Cagar Alam Dungus Iwul.

Bahan dan Metode

Bahan dan peralatan yang digunakan antara lain botol plastik ukuran 50 mL untuk sampling air sungai, alat pengambil tanah untuk sampling tanah, soil tester untuk mengukur pH dan kelembaban tanah, plastik warna hitam tanpa lubang untuk menyimpan sampel tanah. pH meter dan EC meter untuk mengukur pH dan *electrical conductivity* (EC) untuk sampel air sungai Cigeulung.

Metode yang digunakan adalah metode sampling. Sampling tanah dilakukan pada 20 subplot berukuran 10 m x 10 m yang ada di dalam petak 0,7 Ha yang telah dibuat sebelumnya. Pengambilan sampel tanah untuk setiap subplot dilakukan berseling. Urutan sub plot yang disampling adalah A2, A4, A6, A8, A10, C2, C4, C6, C8, C10, E2, E4, E6, E8, E10, G2, G4, G6, G8, G10:

A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10

Sebelum tanah diambil pada kedalaman 10 cm di tiap subplot, terlebih dahulu diukur pH dan kelembaban tanah dengan menggunakan soil tester. Sampling air dilakukan di Sungai Cigeulung di sekitar Cagar Alam Dungus Iwul yang diambil dari tiga titik (hulu, tengah dan hilir) masing-masing tiga kali pengulangan. Pengukuran pH dan *electrical conductivity* (EC) air sungai dilakukan langsung setelah pengambilan sampel air di lokasi. Sampel air sungai disimpan di dalam botol plastik ukuran 50 mL dan disimpan di dalam coolbox untuk dibawa ke laboratorium atau bisa disimpan di dalam freezer dan akan dilakukan preparasi lebih lanjut untuk analisa kandungan DOC dan POC.

Analisis konsentrasi DOC dan POC dilakukan di laboratorium Ekologi Tumbuhan, Pusat Penelitian Biologi, LIPI. Persiapan sampel dilakukan sebelum analisis dimulai, sebanyak 5 gram sampel tanah ditimbang dan dimasukkan ke dalam gelas erlenmeyer 100 mL dan dituang 50 mL akuabides ke dalamnya, kemudian dishaker selama 2 jam dengan kecepatan 125 rpm. Campuran tanah dan akuabides disentrifus selama 10 menit dengan kecepatan 9500 rpm, bagian yang tidak mengendap dipisahkan dan diambil untuk difiltrasi dengan microfiber filter 0,45 μm untuk analisis konsentrasi DOC dengan *Total Organic Carbon* (TOC) *analyzer*. Endapan yang tidak terfiltrasi dan berada di filter dianalisis dengan metode gravimetric untuk mengetahui konsentrasi POC di dalam sampel tersebut. Sampel air dari sungai Cigeulung juga difiltrasi dengan microfiber filter 0,45 μm , selanjutnya dianalisis dengan TOC *analyzer* untuk mengetahui konsentrasi DOC, sedangkan endapan yang tidak terfiltrasi dan masih berada di filter dianalisis dengan metode gravimetrik untuk menentukan konsentrasi POC dalam sampel air sungai tersebut [6].

Hasil

Data pH, konsentrasi *dissolved organic carbon* (DOC), *particulate organic carbon* (POC) dan kelembaban tanah yang diperoleh dari 20 subplot dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. pH, konsentrasi DOC, konsentrasi POC dan kelembaban tanah di masing-masing subplot yang disampling

No.	Subplot	Lokasi	pH	[DOC] mg L ⁻¹	POC mg/35 mL larutan sampel	Kelembaban (%)
1	A2	S 06°31'19.4" E 106°25'07.7"	5,6	9,264	0,0068	85
2	A4	S 06°31'19.1" E 106°25'07.5"	5,0	11,219	0,0074	70
3	A6	S 06°31'18.6" E 106°25'06.7"	4,4	12,850	0,0085	69
4	A8	S 06°31'18.3" E 106°25'05.9"	5,3	9,563	0,0067	50
5	A10	S 06°31'18.0" E 106°25'05.2"	5,2	9,662	0,0070	60
6	C2	S 06°31'20.3" E 106°25'07.6"	5,3	9,450	0,0066	68
7	C4	S 06°31'19.5" E 106°25'06.7"	4,8	12,320	0,0080	69
8	C6	S 06°31'19.4" E 106°25'06.3"	4,6	12,763	0,0083	60
9	C8	S 06°31'18.9" E 106°25'06.0"	5,0	10,986	0,0077	70
10	C10	S 06°31'18.6" E 106°25'05.3"	4,5	12,654	0,0084	75
11	E2	S 06°31'20.6" E 106°25'07.3"	5,2	9,354	0,0072	70
12	E4	S 06°31'20.3" E 106°25'06.6"	5,6	9,274	0,0064	70
13	E6	S 06°31'20.2" E 106°25'06.0"	5,5	9,145	0,0063	60
14	E8	S 06°31'20.0" E	5,4	9,120	0,0066	62

15	E10	106°25'05.5" S 06°31'19.3" E	5,2	9,702	0,0071	60
16	G2	106°25'04.9" S 06°31'20.9" E	4,8	12,315	0,0081	80
17	G4	106°25'06.8" S 06°31'21.5" E	5,1	9,853	0,0070	70
18	G6	106°25'05.6" S 06°31'20.5" E	5,6	9,278	0,0063	68
19	G8	106°25'06.0" S 06°31'20.0" E	4,8	12,380	0,0082	80
20	G10	106°25'05.6" S 06°31'20.2" E	5,2	9,746	0,0072	80
		106°25'04.2"				

Dari hasilpenelitiandapatdilihatbahwapH tanahdaritip subplot yang telahdiukurberkisar 4,4 sampaidengan 5,6 yang menunjukkan pH tanahtergolong asam denganderajatkelembaban yang cukuptinggi 50 sampai 85. Hasilanalisis*dissolved organic carbon* (DOC) maupun*particulate organic carbon* (POC) menunjukkanbahwasemakinrendah pH tanahsemakinbesarkonsentrasi DOC, demikian pula sebaliknya, halini juga berlakuuntuk POC. Data hasil pengukuran pH dan EC di sungai Cigeulung serta hasil analisis konsentrasi DOC dan konsentrasi POC air sungai Cigeulung dapat dilihat di Tabel 2.

Tabel 2. pH,konsentrasi DOC, konsentrasi POC dan *electrical conductivity* (EC) sampel air sungai Cigeulung di tiga titik (Hulu: S 06°31'23.0" E 106°24'51.5", Tengah: S 06°31'24.2" E 106°24'49.9"dan Hilir: S 06°31'25.2" E 106°24'47.1") dengan tiga pengulangan

Lokasi	pH	pH ± SD	[DOC] mg L ⁻¹	DOC ± SD	POC mg/35 mL sampel air	POC ± SD	EC (µS/cm)	EC± SD
Hulu	5,2	5,17 ± 0,15	6,675	6,676 ± 0,004	0,0066	0,0066± 0,0001	63	65 ± 2
	5,3		6,680		0,0065		65	
	5,0		6,672		0,0067		67	
Tengah	5,9	5,67 ± 0,21	4,735	4,628 ± 0,103	0,0065	0,0064 ± 0,0001	72	76 ± 3,61
	5,6		4,529		0,0065		79	
	5,5		4,620		0,0063		77	
Hilir	6,5	6,53 ± 0,25	3,250	3,206 ± 0,088	0,0062	0,0062 ± 0,0001	126	124 ± 2,65
	6,3		3,105		0,0060		121	
	6,8		3,263		0,0063		125	

Dari hasil pengukuran pH air sungai Cigelung, terlihat bahwa air bersifat asam dengan pH berkisar 5 sampai 6. Konsentrasi DOC dan konsentrasi POC dari hulu ke hilir semakin menurun, sedangkan nilai EC semakin bertambah dari hulu ke hilir.

Pembahasan

Tanah di Cagar Alam dungus iwul tergolong tanah pH rendah dengan derajat kelembaban tanah tinggi. Padatanahasam (pH rendah), tanahdidominasi oleh ion Al, Fe, danMn. Ion-ion iniakanmengikatunsurhara yang sangatdibutuhkantanaman, terutama unsur C (karbon), unsur nitrogen (N), unsur P (fosfor), K (kalium), S (sulfur), Mg (magnesium) dan Mo (molibdenum). Kelembaban tanah yang tinggi sangat baik untuk pertumbuhan tanaman karena air sangat dibutuhkan dalam proses pertumbuhannya. Kelembaban tanah merupakan jumlah air yang ditahan di dalam tanah setelah kelebihan air dialirkan, apabila tanah memiliki kadar air yang tinggi maka kelebihan air tanah dikurangi melalui evaporasi, transpirasi dan transporair bawah tanah.Hubungan air, tanah dan tumbuhan tidak dapat dipisahkan, tanah menyimpan air yang dibutuhkan tumbuhan sedangkan air tanah merupakan salah satu sifat fisik yang berpengaruh terhadap pertumbuhankarena air mempunyai fungsi penyusun tubuh tumbuhan (70%-90%), pelarut dan medium reaksi biokimia, medium transpor senyawa, memberikan turgor bagi sel (penting untuk pembelahan sel dan pertumbuhan sel), bahan baku fotosintesis, serta menjaga suhu tumbuhan agar tetap konstan. Air yang dapat diserap tumbuhan adalah air yang berada

dalam pori-pori tanah di lapisan perakaran. Tumbuhan yang kekurangan air akan mengalami kekeringan, kekeringan terjadi jika kelembaban tanah sudah di bawah minimum di mana tanaman tersebut mampu bertahan (titik layu). Penyerapan air oleh tumbuhan dikendalikan oleh kebutuhan untuk transpirasi, kerapatan total panjang akar dan kandungan air tanah di lapisan jelajah akar tumbuhan.

Meningkatnya konsentrasi DOC dan konsentrasi POC pada pH tanah yang rendah disebabkan oleh sifat asam dari gugus karboksilat dari asam humat yang terkandung di dalam tanah yang menyebabkan pelepasan organik karbon dari tanah semakin besar baik dalam bentuk terlarut maupun partikel dalam kondisi asam atau pH rendah. Seperti halnya penelitian DOC di hutan gambut dan hutan kerangas Kalimantan Tengah (Sundari *et al.*, 2012; Sundari, 2013; 2014), konsentrasi DOC lebih tinggi di hutan gambut daripada hutan kerangas, dengan pH tanah gambut lebih rendah daripada pH tanah kerangas. Sedangkan pH air sungai Cigeulung berkisar 5 sampai 6 yang mungkin saja disebabkan oleh nutrisi maupun karbon yang tercuci atau *leaching* dari tanah oleh air hujan melalui air bawah tanah yang selanjutnya mengalir ke sungai yang dipengaruhi pula oleh aktifitas masyarakat sekitar Cagar Alam Dungus Iwul. *Electrical conductivity* (EC) menunjukkan banyaknya ion-ion logam yang terlarut di dalam air sungai Cigeulung. Besarnya nilai EC yang semakin meningkat dari hulu, tengah dan hilir yang nilainya lebih dari 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, kemungkinan besar air yang di hilir sudah bercampur dengan air yang berasal dari aktifitas masyarakat sekitar CA Dungus Iwul. Air yang di hulu maupun yang di tengah masih dekat dengan Cagar Alam Dungus Iwul dan dekat dengan mata air, kemungkinan besar belum banyak terkontaminasi dengan aktivitas masyarakat sekitar. Hal tersebut ditunjukkan juga dengan nilai konsentrasi DOC dan konsentrasi POC yang menurun dari hulu, tengah dan hilir walaupun penurunan POC dari hulu ke hilir tidak sebesar DOC. Hal ini disebabkan pengikatan DOC oleh logam-logam yang terus bertambah dari bagian tengah ke hilir yang ditunjukkan pula oleh semakin meningkatnya EC dan pH air sungai di bagian hilir.

Kelembaban tanah yang tinggi dan pH tanah cukup rendah menunjukkan bahwa tanah Cagar Alam Dungus Iwul bersifat asam dengan kelembaban yang sangat baik untuk pertumbuhan tanaman terutama spesies dominan yang berada di sana, sedangkan untuk peningkatan konsentrasi karbon terlarut dalam bentuk DOC maupun POC dari tanah ditunjukkan dengan semakin rendahnya pH tanah. DOC dan POC di sungai Cigeulung semakin menurun dengan bertambahnya EC dan pH air sungai dari hulu ke hilir. Selanjutnya perlu dilakukan penelitian tentang logam-logam dari tanah dan air sungai Cigeulung yang berperan dalam pertumbuhan tanaman di Cagar Alam Dungus Iwul dan sekitarnya.

Ucapan Terima Kasih

DIPA Puslit Biologi tahun 2015, Dr. Laode Alhamd, Ir. Rudi Polosakan, Dra. Inge Larashati, M.Si, Septiani Dian Arimukti, S.Hut, Supardi Jakalalana, Heru Hartantri, Syarif Hidayatullah, Kepala BKSDA Kabupaten Bogor dan Bandung.

Daftar Pustaka

- [1] Novriyanti, W.M. Riani, R. Simanjuntak, Yulizar, P.I. Bumbut, dan Wakidi. 2013. *Kajian nilai konservasi tinggi pada Cagar Alam Dungus Iwul di Wirajaya, Jasinga*. <http://bbksda-jabar.dephut.go.id/?q=kawasan/dungusiwul>. Diakses 22 Mei 2016.
- [2] Susanti, S. 2014. Potensi tumbuhan berguna di Cagar Alam Dungus Iwul Bogor Jawa Barat. *Skripsi*. Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [3] Moore, S., V. Gauci, C.D. Evans, and S.E. Page. 2011. Fluvial organic carbon losses from a Bornean blackwater river. *Biogeoscience*, 8: 901-909 pp.
- [4] Billet, M.F., S.M. Palmer, D. Hope, C. Deacon, R. Storeton-West, K.J. Hargreaves, C. Flechard, and D. Fowler. 2004. Linking land-atmosphere-stream carbon fluxes in a lowland peatland system. *Global Biogeochemical Cycles*, 18: 1-12 pp.

- [5] Moore, S., V. Gauci, C.D. Evans, and S.E. Page. 2011. Fluvial organic carbon losses from a Bornean blackwater river. *Biogeoscience*, 8: 901-909 pp.
- [6] Nuriman, M. 2015. Karbon organik terlarut dan partikulat pada air saluran dan air tanah gambut Rasau Jaya Kalimantan Barat. Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- [7] Cagar Alam Dungus Iwul. *dishut.jabarprov.go.id*. Diakses 23 Mei 2016.

EK-11

Potensi Budidaya Lebah *Tetragonula* spp. di Desa Nanggawer, Kecamatan Pagerageung, Kabupaten Tasikmalaya

Erniwati^{1, a)} dan Sih Kahono¹

¹Laboratorium Ekologi Hewan, Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Jl. Raya Jakarta-Bogor Km. 46 CSC, Cibinong, Bogor

^{a)}ernirnwt@gmail.com

Abstrak. Ternak lebah dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat karena mendatangkan kesempatan kerja, bernilai ekonomi dan memperbaiki gizi masyarakat. Ternak lebah yang umum dikenal adalah lebah madu import *Apis mellifera* dan lokal *A. cerana*, namun berbagai kerusakan dan perubahan lingkungan, hama dan penyakit serta perubahan iklim menyebabkan penurunan hasil madunya. Banyak jenis-jenis lebah lokal yang menghasilkan madu dari kelompok non *Apis* yaitu lebah tanpa sengat (*stingless bees*) namun belum dikembangkan potensinya. Lebah tanpa sengat menjadi pilihan dikembangkan karena aman penanganannya, teknologi ternaknya sederhana, bahannya murah, memproduksi madu obat, dan dapat digunakan untuk penyerbukan tanaman pertanian. Jenis-jenis lebah tanpa sengat genus *Tetragonula* spp. dipilih untuk dikembangkan karena memiliki habitat di dalam dan sekitar perumahan. Studi potensi budidaya lebah *Tetragonula* spp. dilakukan di desa Nanggawer, kecamatan Pagerageung, kabupaten Tasikmalaya pada ketinggian 550-600 m dpl. Daerah Nanggawer memiliki lingkungan tumbuhan hijau yang kaya pakan lebah dan landscape perbukitan cocok untuk ternak lebah. Penelitian dilakukan dari bulan Juni sampai Nopember 2015. Keanekaragaman lebah tanpa sengat yang ditemukan di desa Nanggawer adalah *Tetragonula laeviceps*, *T. moorei*, dan *Tetragonula* sp1. Jenis lebah yang diamati perkembangannya adalah *T. laeviceps* menunjukkan persentase koloni yang berkembang cukup tinggi. Jenis-jenis hama yang ditemukan tidak menimbulkan permasalahan yang serius. Selama pengamatan terlihat adanya perubahan cukup tinggi dari minat masyarakat beternak lebah tanpa sengat.

Kata kunci: budidaya lebah tidak bersengat, *Tetragonula* spp., Tasikmalaya

Abstract. Beekeeping can improve the welfare of the community because it brings employment opportunities, increase economic value and improve public nutrition. Beekeeping is well known in an introduced honey bee *Apis mellifera* and local one *A. cerana*, however because of damages and environmental changes, pests and diseases and climate change led to decrease in the honey production. Many local species of bees that produce honey and propolis from non *Apis* bees, ie stingless bees but it is not yet developed. Stingless bee is a good option to develop the beekeeping in Indonesia because it is easy to safe to handling, simple livestock technology, cheap materials, producing medicinal honey, and it can be used for pollination of agricultural crops. *Tetragonula* spp. have to be developed because it has the same habitat to human. The study of potency of the bee *Tetragonula* spp. was done at a village of Nanggawer, district Pagerageung, city of Tasikmalaya at the altitude of 550-600 m above sea level. The study was conducted

from June to November 2015. Nanggawer area has a rich environmental of green plants as feed of bees and a hilly landscape that is suitable for beekeeping. The study of diversity of stingless bees in the village Nanggawer found three species of *Tetragonula laeviceps*, *T. moorei*, and *Tetragonula* sp1. The colonies of *Tetragonula* spp. showed quite high development. The pests of the bees did not pose any serious problem to the beekeeping. Public interest of the people to stingless beekeeping of the village of Nanggawer has very much developed.

Keywords: stingless bees, *Tetragonula* spp., Tasikmalaya

Pendahuluan

Lebah merupakan kelompok serangga yang bermanfaat bagi manusia dan lingkungan hidup karena menghasilkan produk perlembahan misalnya madu dan propolis dan memberi jasa penyerbukan bagi bunga [1][2]. Beberapa jenis lebah telah ditenakkan dan sangat populer yaitu lebah madu *Apis mellifera* dan *A. cerana*. Kondisi kedua jenis ternak lebah tersebut pada saat ini sedang mengalami banyak permasalahan karena berkurangnya bunga sumber pakan lebah yang disebabkan oleh kerusakan dan menyempitnya habitat, perubahan iklim, hama dan penyakit [3]. Ternak lebah madu tidak bisa menjadi andalan utama sebagai produsen madu nasional. Walaupun Indonesia sangat kaya sumberdaya jenis lebah yang mampu sebagai produsen madu dan propolis, namun sampai saat ini Indonesia masih banyak mengimport produk-produk perlembahan dari luar negeri.

Keanekaragaman jenis-jenis lebah penghasil madu, polen dan propolis di nusantara belum dimanfaatkan secara optimal, terutama dari kelompok lebah tanpa sengat subfamili Meliponinae (*stingless bees*) dengan nama sunda teuweul dan jawa klanceng. Lebah ini memiliki kelebihan dari lebah madu (*Apis* spp.) karena mampu beradaptasi pada perubahan alam, dapat bertahan pada lingkungan sumber pakan yang terbatas, mudah ditenakkan, aman dan murah biaya ternaknya. Lebah ini dikenal sebagai penghasil madu dan propolis yang berkhasiat melebihi madu pada umumnya, sehingga madunya dikenal sebagai madu obat (*medicinal honey*) [4] dan propolisnya mengandung senyawa anti mikroba, anti jamur dan anti cendawan [5].

Lebah tanpa sengat dapat dimanfaatkan sebagai agen penyerbuk bagi berbagai spesies tanaman pertanian di Indonesia [6][7][8][9]. Produksi tanaman pertanian yang telah dicapai melalui program panca usaha tani masih bisa ditingkatkan lagi dengan memanfaatkan penyerbuk [10]. Oleh karena lebah ini memiliki banyak potensi ekonomi dan lingkungan sehingga perlu disosialisasikan dan dikembangkan kepada masyarakat. Melalui program biovillage Lembaga Pengetahuan Indonesia telah memperkenalkan model perlembahan MPLIPI dengan mengembangkan jenis lebah lokal yang aman, murah, mudah, dan organik yang diimplementasikan kepada masyarakat [3]. Model yang memberdayakan sumber daya pakan yang telah ada sebagai tempat untuk berternak lebah. Lingkungan di Desa Nanggawer, Kecamatan Pagerageung, Kabupaten Tasikmalaya memiliki potensi sumber daya pakan lebah yang dapat diberdayakan untuk ternak lebah tanpa sengat. Potensi lingkungan di daerah ini sebagai kunci keberhasilan ternak lebah tanpa sengat, oleh karenanya pengungkapan sumberdaya keanekaragaman jenis lebah tanpa sengat, sumber pakan lebah, dan kondisi lingkungan lainnya amat diperlukan untuk pengembangan peternakannya. Pengetahuan tentang hama dan musuh alami diperlukan untuk mengembangkan strategi perlindungan ternak lebah tanpa sengat. Potensi suatu daerah untuk dapat dikembangkan lebah tanpa sengat juga dapat dilihat dari perkembangan koloni-koloni lebah yang berada pada lingkungan tersebut serta minat masyarakat untuk mengembangkannya.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari potensi kawasan Desa Nanggawer, Kecamatan Pagerageung, Kabupaten Tasikmalaya untuk mengembangkan ternak lebah tanpa sengat.

Bahan dan Metode

Lokasi dan Waktu

Pengamatan dilakukan di Desa Nanggewer, Kecamatan Pagerageung, Kabupaten Tasikmalaya, Propinsi Jawa Barat, dengan ketinggian daerah rata-rata 650 m dpl. Penelitian dilakukan mulai bulan Juni sampai Nopember 2015.

Alat dan Bahan

Lebah yang diamati keanekaragamannya adalah seluruh spesies yang termasuk dalam kelompok stingless bees yang secara alami berada di alam dalam wilayah desa Nanggewer, desa Pagerageung, kecamatan kabupaten Tasikmalaya. Koloni yang dipakai untuk pengamatan perkembangan ekologi adalah koloni *Tetragonula* spp. yang berasal dari alam yang dikoleksi masih berada dalam bambu dari beberapa daerah di Lebak, Pasuruan, dan yang ada di lokasi pengamatan. Koloni lebah *Tetragonula* spp. yang diteliti perkembangannya adalah koloni yang dikoleksi yang masih dalam bambu (Gambar 1 kiri) yang dipindahkan ke dalam kotak kayu eksperimen dari bahan sono keling (kotak tipe MPLIPI) dengan ukuran kotak panjang x lebar x tinggi yaitu 30 x 25 x 15 cm, di bawah tutup kotak dibatasi plastik transparan yang digunakan untuk pengamatan perkembangan koloninya (Gambar 1 kanan).



Gambar 1. Sarang dalam bambu (kiri) dan kotak model MPLIPI (kanan)

Pemindahan koloni dari sarang lama (bambu) ke kotak kayu sono keling baru yang berukuran tipe MPLIPI. Setelah koloni dipindahkan ke dalam kotak tipe MPLIPI, kemudian sarang ditutup dengan plastik bening yang akhirnya ditutup dengan penutup plastik di bawah kayu penutupnya.

Observasi Potensi Desa dan Tumbuhan Pakan Lebah

Kondisi *landscape* desa Nanggewer diamati secara kualitatif dan dicatat faktor-faktor lingkungan yang mendukung budidaya perlebaran. Dicatat beberapa tumbuhan liar dan tanaman pertanian dan perkebunan yang mendukung pengembangan ternak lebah penghasil madu, khususnya *Tetragonula* spp.



Gambar 2. Lokasi penelitian di desa Nanggawer, kecamatan Pangerageung, kabupaten Tasikmalaya

Pengamatan Keanekaragaman

Untuk mendapatkan spesimen lebah *teuweul* dilakukan eksplorasi di beberapa lingkungan kampung dalam wilayah desa Nanggawer. Pengambilan spesimen lebah juga memanfaatkan koloni-koloni lebah yang dikoleksi oleh penduduk lokal dari daerah sekitarnya. Spesimen yang dikoleksi untuk identifikasi dalam bentuk koleksi kering, yang kemudian diopset, diidentifikasi, dan dibandingkan dengan spesimen ilmiah yang telah divalidasi oleh ahli yang disimpan di Laboratorium Entomologi, Bidang Zoologi, Puslit Biologi – LIPI.

Pengamatan Musuh Alam Lebah

Musuh alam dari lebah *Tetragonula* spp. diamati secara langsung di sekitar lokasi penempatan kotak kayu sarang eksperimen dan secara tidak langsung dengan wawancara dengan masyarakat peternak lebah ini yang mengetahui secara langsung tentang penghinaan terhadap koloni lebah *Tetragonula* spp. di sarang alami.

Pengamatan Perkembangan Koloni

Sebanyak 100 sarang *Tetragonula* spp. dalam bambu yang dikoleksi dari alam, yang berasal dari Tasikmalaya, Pasuruan dan Lebak dipindahkan ke dalam kotak kayu eksperimen. Lokasi yang digunakan untuk pengamatan perkembangan koloni dalam kotak kayu eksperimen model MPLIPI dilakukan di kampung Nyalenghor, desa Nanggawer, kecamatan Pangerageung dimana kondisi lingkungan tanaman sebagai sumber pakan lebah relatif seragam, sehingga kotak-kotak tersebut ditempatkan di empat lokasi yang berbeda dalam wilayah kampung yang sama. Kotak-kotak diletakkan pada tempat yang terlindung dari hujan dan sinar matahari langsung. Pengamatan perkembangan koloni pada kotak sarang kayu eksperimen dilakukan setiap bulan sejak bulan Juni 2015 atau sejak koloni lebah pertama kali dipindahkan ke kotak kayu eksperimen sampai enam bulan ke depan berturut-turut yang berakhir pada bulan Nopember 2015. Pengambilan gambar pada setiap koloni dilakukan setiap bulan untuk mengetahui perubahan dan perkembangan sarang dan penambahan jumlah anggotanya. Perkembangan koloni diketahui dari pertumbuhan sarang yang semakin besar, stabil atau menurun, yang diketahui dari perubahan ukuran sarang dan jumlah anggota koloninya. Dari pengamatan ini akan diketahui perubahan dari setiap koloni dengan kriteria: bertambah/berkembang, stabil/tidak berkembang, menurun/memburuk, dan mati/kabur).

Hasil dan pembahasan

Kondisi *Landscape* dan Sumber Pakan Lebah

Desa Nanggawer merupakan daerah perbukitan yang berbatasan dengan hutan memiliki sumber air yang melimpah, subur dan pemandangannya hijau sangat indah. Lingkungan desa memiliki *landscape* berada di kaki bukit dengan lereng-lereng tanaman kopi, cacao, aren, kaliandra, dan tanaman perkebunan lainnya. Dari rumah-rumah di sekitar jalan yang berada di punggungnya menuju lembah yang penuh persawahan padi dan tanaman sayuran, dipenuhi berbagai tanaman perkebunan dan tumbuhan menghijau penuh bunga dan cairan manis yang dikeluarkan oleh deresan aren. Perumahan dengan gaya kampung sunda dikelilingi tegakan pohon lebat yang sangat potensial memasok nektar, serbuksari, dan resin sebagai bahan dasar madu dan propolis. Desa dengan tanah miring dipenuhi oleh beraneka tanaman potensial sebagai sumber pangan dan pakan lebah misalnya aren, *Caliandra*, kelapa, cengkeh, kopi, randu, tanaman pertanian semusim, tanaman buah-buahan (mangga, rambutan), dan banyak spesies tumbuhan liar yang berbunga lainnya. *Landscape* lereng sangat baik untuk menempatkan koloni lebah di sekitar rumah atau di kebun, dimana kotak-kotak yang berada pada posisi tepat di atas tajuk tumbuhan dan tanaman berbunga yang ada di lereng bawahnya, memudahkan bagi lebah untuk mendapatkan pakan dan bahan pembangun sarang sehingga waktu dan tenaga yang diperlukan untuk *forage* akan lebih efisien. Beberapa famili tanaman yang ada di kawasan tersebut antara lain: *Myrtaceae*, *Asteraceae*, *Arecaceae*, *Mimosaceae*, *Euphorbiaceae*, *Sapindaceae*, *Caesalpiniaceae*, *Bombaceae*, *Solanaceae*, *Rutaceae*, *Papilionaceae*, *Gnetaceae*, *Malvaceae*, *Rubiaceae*, *Oxalidaceae*, *Muntingiaceae*, *Leguminosaceae*, dan *Poaceae*.

Salah satu kekhasan dari rasa madu di daerah desa Nanggawer ini adalah rasa dan aroma madu terasa seperti rasa gula aren. Rasa ini mungkin disebabkan lebah mengambil cairan manis dari deresan bunga jantan aren/enau yang diambil masyarakat untuk membuat gula aren. Potensi nektar bunga dari daerah ini sangat besar dan sumber cairan manis dari deresan aren/enau menjamin ketersediaan nektar, serbuksari, dan resin sepanjang tahun di desa Nanggawer.

Pengamatan Keanekaragaman

Keanekaragaman spesies lebah *Tetragonula* spp. di desa Nanggawer cukup tinggi dengan ditemukannya 3 spesies yaitu *Tetragonula laeviceps*, *T. moorei*, dan *T. sp1*. Jumlah koloni dari ketiga spesies tersebut relatif seimbang. Lebah *T. laeviceps* dan *T. moorei* sebagian besar bersarang pada ruas bambu dan *T. sp1* bersarang di dalam rongga tanah. Lebah *T. sp1* memanfaatkan rongga-rongga kosong di dalam tanah, corong pintu keluarnya koloni muncul di atas permukaan tanah, yang semakin panjang menunjukkan makin besarnya koloni.

Pengamatan Musuh Alam Lebah

Musuh alami dari lebah *Tetragonula* spp. yang memakan lebah di sekitar lubang masuk sarang lebah adalah cicak, bunglon, katak kebun, belalang sembah, semut, dan laba-laba. Ada beberapa jenis cicak yang menunggu lebah di depan lubang masuk, memangsa lebah yang akan masuk atau yang mau keluar sarang. Bunglon, belalang sembah dan katak kebun juga mempunyai perilaku yang sama dengan cicak, tetapi lebih banyak memangsa lebah yang sedang mengunjungi bunga. Tidak kurang dari 3 spesies semut yang menjadi predator dari lebah *Tetragonula* spp. yaitu *Crematogaster* sp., *Camponotus* sp., dan *Oecophyla smaragdina*. Lebah *Tetragonula* beberapa kali terlihat terjebak pada jaring laba-laba. Dijumpai juga binatang kecil pengganggu koloni lebah *Tetragonula* spp. yaitu laba-laba. Lebih dari 4 jenis laba-laba yang tercatat sebagai ada juga diteukan memangsa lebah yang sedang mendatangi bunga. Binatang pengganggu sarang adalah kecoa dan beberapa jenis semut yang belum diidentifikasi nama jenisnya.

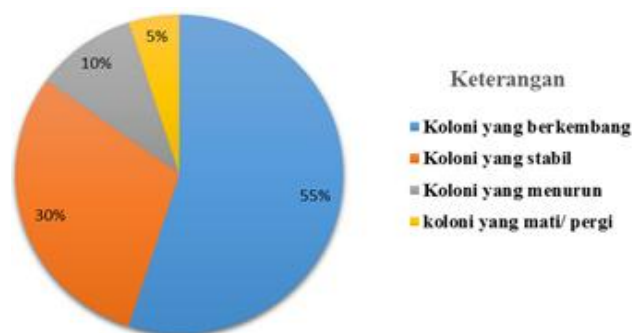
Sosialisasi Ternak Lebah *Tetragonula* spp.

Model Perlebahan LIPI (MPLIPI) merupakan perlebahan lebah *stingless bees* pada lahan terbatas. Memperkenalkan ternak *Tetragonula* spp. dengan MPLIPI di desa Nanggewer pada awalnya menemui banyak kesulitan karena masyarakat tidak tertarik karena hasil madunya sangat sedikit dan beberapa masyarakat telah mengambil madunya dari alam. Masyarakat punya pengalaman beternak lebah madu *Apis cerana* (*nyiruan*) yang produksi madunya lebih banyak sehingga sulit bagi masyarakat menerima hal baru dengan produksi madu yang rendah. Adanya permasalahan pada ternak lebah madu *A. cerana* yaitu koloni sering kabur karena hama. Beberapa masyarakat yang masih beternak lebah *A. cerana*, jumlah koloninya satu atau dua saja dan kondisi koloninya tidak berkembang.

Pada tahap pertama beternak lebah dengan *Tetragonula* spp. dengan model MPLIPI, pemberian koloni sebanyak 75 sarang yang didatangkan dari Rangkasbitung, Lebak (Banten) dan 50 sarang bambu dari Purwodadi, Pasuruan (Jawa Timur) pada awal penelitian. Beberapa masyarakat penerima koloni terlihat antusias menerima bantuan koloni tetapi beberapa masih menunjukkan keraguannya terhadap keberhasilan ternak lebah ini. Lebah mulai berproduksi pada bulan ke-3 (Agustus 2015), satu koloni menghasilkan madu sebanyak ± 50 ml madu dan beberapa ons propolis mentah. Setelah mengetahui hasil panen madu pertama tersebut, mulailah minat masyarakat mulai meningkat drastis untuk melakukan ternak lebah *Tetragonula* spp. Minat masyarakat meningkat terus dengan inisiatif mencari koloni lebah dari hutan, sehingga menambah jumlah koloni yang dimilikinya. Jumlah koloni yang dimiliki masyarakat sampai Nopember 2015 lebih dari 500 koloni. Masyarakat peternak lebah *Tetragonula* spp. juga bertambah banyak. Sebanyak 10 penduduk telah beternak lebah *Tetragonula* spp. yang tergabung dalam kelompok peternak lebah desa Nanggewer.

Pengamatan Perkembangan Koloni

Perkembangan yang membaik dari koloni lebah *Tetragonula* spp. dilihat dari bertambahnya ukuran dan semakin lengkapnya struktur sarang, dan jumlah anggota koloni yang semakin banyak. Sebanyak 100 koloni yang dipindahkan dari sarang alami bambu ke dalam kotak eksperimen seluruhnya memiliki ratu yang sehat, koloni lengkap dengan sarang madu, sarang *bee bread*, dan sarang anakan. Selama 6 bulan pengamatan menunjukkan hampir seluruh koloni berkembang dengan baik. Perkembangan koloni dari 100 koloni yang diamati cukup bagus, sebanyak 55% berkembang, 30% stabil pertumbuhannya, 10% koloni mengalami penurunan, dan 5% koloni kabur atau mati (Gambar 3).



Gambar 3. Persentase jumlah koloni berkembang, koloni stabil, koloni menurun dan koloni mati / kabur

Dibandingkan dengan perkembangan koloni pada spesies lebah yang sama yang dilakukan di Cibinong menunjukkan bahwa perkembangan koloni di sini sedikit lebih baik (Pangestika dan Kahono 2015).

Kesimpulan

Kondisi lingkungan sumber pakan lebah melimpah, kondisi *landscape* desa Nanggewer yang mendukung, musuh alami yang relatif rendah, perkembangan koloni yang cukup bagus, dan minat masyarakat yang tinggi merupakan potensi yang sangat besar untuk mengembangkan lebah tanpa sengat *Tetragonula* spp.

Daftar Pustaka

- [1] Free JB. 1993. *Insect Pollination of crops*. Second edition. Academic Press. 684 pp.
- [2] Delaplane KS. and DF. Mayer. 2000. *Crop Pollination by bees*. CABI Publishing. 344 pp.
- [3] Kahono S. 2015. Pengembangan model perlebahan LIPI untuk edukasi, ekoturisme, dan produksi yang dapat diimplementasikan kepada masyarakat. Laporan Teknis Kegiatan Unggulan LIPI Tahun 2015.
- [4] Erejuwa OO, Sulaiman SA, Ab Wahab MS. 2012. Honey: A Novel Antioxidant. *Molecules*, 17: 4400-4423 pp.
- [5] Sforcin JM, Bankova V. 2010. Propolis: Is There a Potential For the Development of New Drugs. *Journal of Ethnopharmacology*, 133:253-260 pp.
- [6] Kahono S, Erniwati & M Amir. 2005. Evaluasi Serangga Penyerbuk dan Penyerbukan di Jawa: Pemilihan Jenis Potensial Sebagai Dasar Pengembangan Jenis dan Konservasinya. *Laporan Teknik*. Proyek Penelitian Puslit Biologi LIPI.
- [7] Kahono S, Erniwati & T Uji. 2009. Kajian Ekologi Lebah Sosial (Hymenoptera: Apidae: *Apis cerana* dan *Trigona laeviceps*) Pada Tanaman Pertanian. Laporan Akhir Penelitian Bidang IPTEK DIKTI-LIPI 2009.
- [8] Kasno, Hasan ZAE, Efendi DS, Syaefuddin. 2010. Efektifitas 3 spesies lebah madu sebagai agen polinasi untuk meningkatkan produktivitas (>40%) biji jarak pagar (*Jatropha curcas*) pada ekosistem iklim basah. *JUPI*, 15(1): 25–33.
- [9] Wulandari AP, Atmowidi T, Kahono S. 2016. Peranan Lebah Tanpa Bersengat (*Trigona laeviceps*) dalam Produksi Biji Kailan (*Brassica oleracea* var. *alboglabra*). *Journal Agronomy Indonesia* (in press).
- [10] Kahono S. 2001. Peranan dan Permasalahan Serangga Penyerbuk di Indonesia. *Fauna Indonesia* Vol. 5 (2): 9-16.
- [11] Pangestika NW, S Kahono 2015. Perkembangan Sarang Lebah Klanceng (*Trigona laeviceps*) di Lingkungan CSC-BG LIPI Cibinong, Bogor. Disampaikan pada Seminar Sehari Hari Cinta Puspa dan Satwa Nasional 2015.

EK-12

Analisis Flora Pada Tumbuhan Asing Invasif Markisa (*Passiflora ligularis* Juss.) di Taman Nasional Kerinci Seblat-Jambi

Asep Sadili^{1, a)}, Sunaryo¹, D. Girmansyah¹ dan Widoyanti¹

¹*Bidang Botani, Puslit Biologi
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia*

^{a)}*asep.sadili@gmail.com*

Abstrak. Taman Nasional Kerinci Seblat-Jambi (TNKS) memiliki berbagai tipe ekosistem dengan keanekaragaman flora dan endemisitas tinggi. Kawasan TNKS telah terancam oleh spesies asing yang berinvansi, diantaranya Markisa (*Passiflora ligularis*). Tujuan penelitian untuk mengetahui tingkat invasi Markisa terhadap kawasan yang terinvansi tersebut. Metode yang digunakan petak berukuran 20 m x 20 m (400 m²) berjarak setiap 20 m, dimulai dari pinggiran hutan menuju bagian dalam kawasan hutan. Setiap individu dalam petak diukur persentaseutupan kanopinya. Hasil yang dicapai komposisi jenis keseluruhan sebanyak 43 jenis dan 29 suku (belta) dan 46 jenis dari 33 suku (semai/herba), dari 25 buah petak. Markisa tercatat di 8 petak (32 %) dengan nilai penting (NP) atau indek dominansi rasio (IDR) bervariasi. Nilai penting Markisa tertinggi terdapat pada petak 12 (NP=255,00% atau IDR=85,00%) dan terendah di petak 16 (NP=76,34% atau IDR=25,45%). Pada petak 25 (± 1.000 m dari petak pertama atau pinggiran hutan) jenis Markisa telah menguasainya (NP=194,78% atau IDR=64,93%).

Kata kunci: Jenis Asing Invasif, Kerinci Seblat, Markisa

Pendahuluan

Pulau Sumatera merupakan salah satu pulau besar di Indonesia yang memiliki keanekaragaman hayati tinggi dan endemisitas yang luar biasa. Di Sumatera terdapat berbagai tipe ekosistem, mulai dari dataran rendah sampai pegunungan, salah satunya Taman Nasional Kerinci Seblat (TNKS). Kawasan hutan TNKS dilaporkan memiliki 4.000 jenis tumbuhan, dengan status langka dan endemik seperti pinus kerinci (*Pinus merkusii* strain Kerinci), bunga raflesia (*Rafflesia arnoldi* dan *R. hasseltii*), dan bunga bangkai (*Amorphophallus titanum*) [1].

Kawasan TNKS merupakan salah satu kawasan yang rentan akan masuknya spesies asing invasif, hal ini dikarenakan kawasan tersebut termasuk salah satu yang dimanfaatkan sebagai objek wisata yang diunjungi oleh berbagai kalangan masyarakat baik lokal, luar daerah (luar Sumatera), bahkan masyarakat dari luar negeri sekalipun. Oleh karena itu, dilihat dari banyaknya pengunjung dan aktivitas yang dilakukan sangat memungkinkan masuknya jenis-jenis asing berpotensi invasif pada kawasan tersebut.

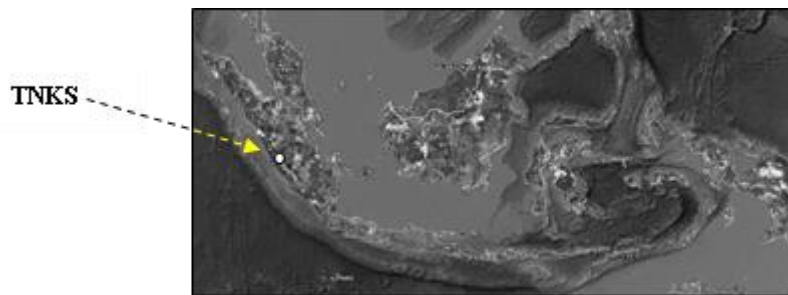
Jenis tumbuhan yang dibawa dari wilayah lain yang hidup dan berkembang sempurna pada ekosistem baru (jenis asing), umumnya memiliki keunggulan yang tinggi dibandingkan dengan jenis tumbuhan lokal yang biasanya berinvansi pada areal tersebut. Ancaman spesies asing invasif terhadap keanekaragaman hayati merupakan ancaman terbesar kedua setelah kerusakan habitat terutama pada kawasan-kawasan konservasi seperti di TNKS. Spesies asing invasif atau dikenal juga dengan invasif alien spesies (IAS) menyebabkan kerugian lingkungan, ekosistem lokal, iklim lokal, ekonomi, dan juga berpengaruh terhadap iklim global, yang akhirnya dapat

merugikan manusia. Saat ini telah tercatat sedikitnya 1936 spesies tumbuhan asing di Indonesia, seluruhnya termasuk ke dalam 187 famili [2]. Diantara jenis-jenis asing tersebut telah banyak dilaporkan dan diteliti sehingga sangat mengganggu kehidupan dan bermasalah terhadap kehidupan jenis-jenis lainnya. Hasil dari studi pustaka dan orientasi lapangan di TNKS telah terdapat jenis asing invasif yaitu Markisa (*Passiflora ligularis*).

Berdasarkan hasil studi dan orientasi tersebut, maka dilakukan penelitian terhadap kondisi jenis tersebut (markisa) yaitu untuk mengetahui kondisi struktur dan komposisi jenis-jenis yang ada disekitarnya sebagai kesatuan ekosistem. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam upaya pengelolaan kawasan, dan diharapkan menjadi tambahan informasi berguna sebagai ilmu pengetahuan untuk dapat membantu dalam perbaikan pengelolaan kawasan hutan khususnya di TNKS..

Bahan dan Metode

Kawasan TNKS dinyatakan berdasarkan SK Menteri Pertanian tahun 1982, dan Menteri Kehutanan dengan SK No. 192/Kpts-II/1996, dengan luas 1.386.000 ha. Selanjutnya ditetapkan kembali oleh Menteri Kehutanan dan Perkebunan SK No. 901/Kpts-V/1999 dengan luas 1.375.349,867 hektar. Letak TNKS berada di propinsi Sumatera Barat, Jambi, Bengkulu dan Sumatera Selatan. Temperatur udara 17°- 28°C, curah hujan rata-rata 3.000 mm/tahun. Ketinggian tempat 500–3.805 m dpl. Letak geografis lk. 1°17'-3°36' LS, 100°31'-102°44' BT [1].



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Google earth, 2016)

Penentuan lokasi penelitiandiawali informasi dan peninjauan lapangan guna mendapatkan gambaran secara umum daerah kajian yang ditumbuhi jenis asing invasif (Markisa). Hal ini dimaksudkan agar data yang terkumpul dapat mewakili wilayah yang terinvasi. Penentuan titik lokasi dan ukuran didasarkan pada: kondisi lapangan, keadaan vegetasi, aksesibilitas dan keterwakilan dari beberapa penguasaan jenis tumbuhan invasif secara umum. Lokasi yang dipilih secara umum termasuk dalam kategori hutan pegunungan atas dengan ketinggian 1.860 m dpl (Gambar 1). Areal tersebut merupakan pintu masuk untuk pendakian ke gunung Kerinci (Pintu Rimba). Letak petak kajian berada pada posisi geografi 01.44.325' LS dan 101.15.36 BT (petak 1).

Metode yang digunakan adalah petak berukuran 20 m x 20 m (400 m²). Setiap petak berjarak 20 m. Pada petak tersebut dibuat anak petak 5 x 5 m untuk pengukuran persentasi tutupan setiap jenis kelompok belta. Bagi pengukuran semai atau herba dilakukan pada ukuran petak 1 m x 1 m pada setiap petak belta yang ditempatkan secara bersitem.

Setiap individu tumbuhan tergolong belta, semai atau herba diukur persentasi tutupan kanopinya dan diidentifikasi nama lokal. Bagi yang belum teridentifikasi diambil contoh bukti spesimen (*voucher*), yaitu untuk penamaan ilmiah selanjutnya. Identifikasi jenis ilmiah dilakukan di Herbarium Bogoreiense, Bidang Botani-LIPI, Cibinong, dengan cara membandingkan pada koleksi yang ada.

Analisis data mengikuti standar baku oleh [3][4][5][6][7], meliputi nilai dominasi, kerapatan dan frekuensi. Nilai pentingnya(NP) dihasilkan dari penjumlahan nilai dominansi relative (DR), kerapatan relative (KR), dan frekuensi relative (FR). Nilai NP selanjutnya

dihitung nilai IDR (indek dominasi rasio) atau SDR (*Summed Domination Ratio*), yaitu NP dibagi 3 yang hasilnya menjadi 100 persen.

Hasil

Komposisi Jenis

Keanekaragaman dan komposisi jenis tumbuhan di sekitar Markisa sebagai jenis asing dan berinvansi di TNKS berdasarkan hasil pendataan dan identifikasi tercatat sebanyak 43 jenis dari 29 suku (kelompok belta), dan 46 jenis dari 33 suku (kelompok semai) (Tabel 1). Jenis yang tercatat dalam dua kelompok (semai dan belta) sebanyak 22 jenis, dan jenis lainnya hanya tercatat pada kelompok semai atau belta saja. Jenis-jenis kelompok belta dengan pertumbuhannya mencapai tingkat pohon dengan diameter relatif besar dan tinggi pohon > 15 m yang terdapat pada hutan-hutan sekunder maupun primer sebanyak 7 jenis (Tabel 2).

Selain Markisa terdapat juga jenis-jenis asing lainnya dengan perawakan herba, liana dan belta (Tabel 2). Dua jenis tercatat dalam kelompok belta, yaitu terong pirus atau terong belanda (*Cyphomandra betacea*) pada petak 20 dan kirinyuh (*Eupatorium inuqualifolium*) pada petak 20 dan 21 telah menguasai sebagai jenis utama, namun masih rendah ($IDR < 50\%$).

Tabel 1. Jumlah jenis dan suku di sekitar Markisa TN Kerinci Seblat-Jambi.

Kelompok	Jenis	Suku
Belta	43	29
Semai	46	33

Jenis terong negeri berasal dari Amerika Latin dengan biji mudah tumbuh, sehingga banyak orang membudidayakan di pekarangan rumah yang dipercaya berkhasiat sebagai tanaman obat tertentu, namun dari beberapa literatur bahwa, terong negeri memiliki kandungan gizi yang sangat tinggi (Vitamin, Lemak, Serat, Protein, dll.). Kemudian jenis kirinyuh adalah tumbuhan gulma yang sangat cepat menyebar pada areal-areal terbuka untuk mendominasi dan menginvasi, karena biji yang sangat ringan (suku Asteraceae), yang mudah tertiuap angin, sehingga biji mudah berkecambah dan cepat untuk menutup lantai hutan yang terdegradasi, seperti ruang terbuka akibat tumbang pohon-pohon besar yang mati karena sudah tua atau terkena penyakit, yang menimbulkan ruang terbuka (rumpang/gap).

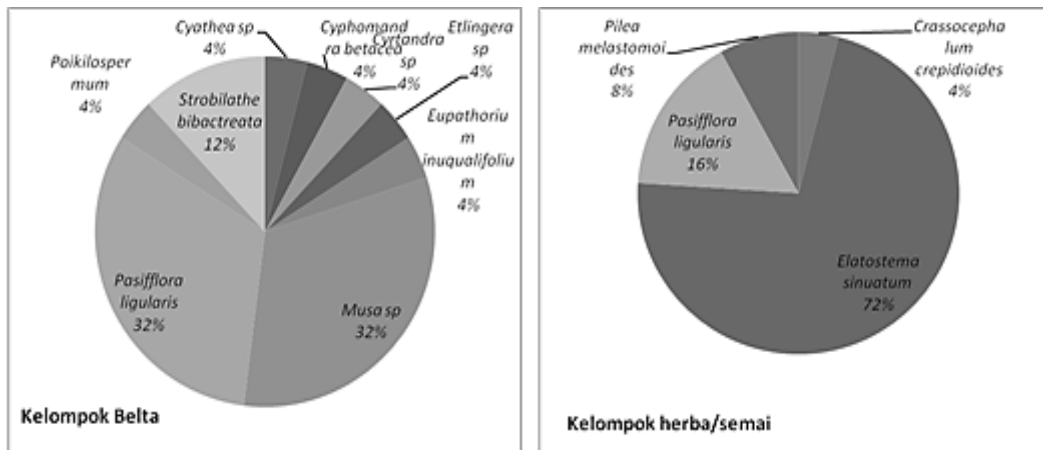
Jenis Markisa pada beberapa petak dapat menguasai terutama pada areal-areal yang terbuka dengan rumpang yang cukup lebih lebar dan cahaya matahari menembus lantai hutan. Proses sebaran tumbuhan Markisa di TNKS dimungkinkan oleh hewan pemangsa seperti kera dan tupai. Buah markisa tua memiliki rasa manis dengan kandungan vitamin C cukup tinggi sehingga selalu dikonsumsi dan dijual di kios-kios pinggir jalan. Hewan Kera dan Tupai yang ada di TNKS diprediksi sebagai penyebar utama biji pada beberapa areal hutan alam, sehingga di beberapa petak tercatat sebagai jenis utama.

Tabel 2. Keberadaan jenis-jenis asing di sekitar Markisa TN Kerinci Seblat-Jambi

No	Nama	Jenis	Suku
1	Bayam merah	<i>Phytolacca americana</i> L.	Phytolaccaceae
2	Ciplukan	<i>Physalis angulata</i>	Solanaceae
3	Kecutan	<i>Kecutan</i>	Unidentifikasi
4	Ketulan	<i>Bidens pilosa</i>	Asteraceae
5	Kirinyuh	<i>Austroeupatorium inulaefolium</i>	Asteraceae
6	Lamuran	<i>Axonopus compressus</i> ?	Poaceae
7	Rotberi	<i>Rubus moluccanus</i>	Rosaceae
8	Sintrong	<i>Crassocephalum crepidioides</i>	Asteraceae
9	Terong pirus	<i>Cyphomandra betacea</i>	Solanaceae

Nilai Penting

Penelitian yang digunakan dalam menentukan struktur vegetasi umumnya banyak menggunakan data ukuran diameter batang, namun pada penelitian ini yang diukur berupa persentase tutupan terhadap permukaan tanah dari jenis tumbuhan yang ada. Spesies dominan dalam suatu komunitas tumbuhan biasanya memiliki NP paling tinggi diantara spesies lainnya. Selain itu, besarnya nilai NP juga menandakan besar atau tidaknya pengaruh spesies tersebut dalam suatu komunitas tumbuhan. Keadaan kawasan hutan disekitar Markisa pada lokasi penelitian (TNKS) dari hasil analisis telah tercatat bagi jenis dominan belta dan dominan semai pada setiap petak berbeda-beda (Tabel 3 dan Tabel 4).



Gambar 2. Persentasi penguasaan jenis utama terhadap jumlah petak yang dilakukan disekitar Markisa Taman Nasional Kerinci Seblat-Jambi

Tabel 3. Jenis dan suku tumbuhan di sekitar Markisa Taman Nasional Kerinci Seblat-Jambi.

No.	Jenis	Suku
1	<i>Mallotus paniculatus</i>	Euphorbiaceae
2	<i>Lithocarpus</i> sp.	Fagaceae
3	<i>Flacourtia ruckem</i>	Flacourtiaceae
4	<i>Litsea</i> sp. 1	Lauraceae
5	<i>Litsea</i> sp. 2	Lauraceae
6	<i>Memexilon</i> sp.	Melastomataceae
7	<i>Euodia</i> sp.	Rutaceae

Tabel 4. Jenis dominan tertinggi setiap petak di sekitar Markisa TN Kerinci Seblat-Jambi

No. Petak	Spesies	DR	KR	FR	NP	IDR
1	<i>Pasifflora ligularis</i>	16.88	6.59	7.14	30.61	10.20
2	<i>Pasifflora ligularis</i>	43.42	30.43	43.75	117.61	39.20
3	<i>Etlingera</i> sp.	8.20	37.50	11.76	57.46	19.15
4	<i>Musa</i> sp.	27.40	42.22	27.78	97.40	32.47
5	<i>Poikilospermum suaveolens</i>	18.87	11.54	11.54	41.94	13.98
6	<i>Musa</i> sp.	33.90	46.875	33.33	114.11	38.04
7	<i>Musa</i> sp.	21.43	42.42	26.32	90.17	30.06
8	<i>Musa</i> sp.	18.69	27.27	17.65	63.61	21.20
9	<i>Strobilathe bibactreata</i>	33.33	19.44	26.92	79.70	26.57
10	<i>Musa</i> sp.	14.71	32.50	14.29	61.49	20.50

11	<i>Cyrtandra</i> sp.	20.21	25.64	28.57	74.43	24.81
12	<i>Pasifflora ligularis</i>	95.00	80.00	80.00	255.00	85.00
13	<i>Pasifflora ligularis</i>	71.70	61.54	61.54	194.78	64.93
14	<i>Pasifflora ligularis</i>	57.78	40.00	57.14	154.92	51.64
15	<i>Cyathea</i> sp.	13.33	10.71	16.67	40.71	13.57
16	<i>Pasifflora ligularis</i>	27.45	22.22	26.67	76.34	25.45
17	<i>Musa</i> sp.	22.22	25.00	27.78	75.00	25.00
18	<i>Musa</i> sp.	29.76	30.43	36.84	97.04	32.35
19	<i>Pasifflora ligularis</i>	39.39	23.81	27.78	90.98	30.33
20	<i>Cyphomandra betacea</i>	29.33	19.05	21.05	69.43	23.14
21	<i>Eupatorium inuqualifolium</i>	37.14	20.00	29.41	86.55	28.85
22	<i>Strobilathe bibactreata</i>	20.00	27.27	18.75	66.02	22.01
23	<i>Strobilathe bibactreata</i>	33.33	38.46	26.32	98.11	32.70
24	<i>Musa</i> sp.	27.71	30.43	35.00	93.15	31.05
25	<i>Pasifflora ligularis</i>	71.70	61.54	61.54	194.78	64.93

Berdasarkan pada Tabel 3 dan Gambar 2 (belta) spesies tumbuhan invasif yang mendominasi atau memiliki nilai SDR terbesar adalah Markisa terdapat pada petak 12 (IDR=85 %) diikuti petak 13 dan 25 masing-masing IDR sebesar 64,93%. Jenis utama terendah pada setiap petak dimiliki oleh jenis *Etlingera* sp. (Zingiberaceae) pada petak 3 (IDR=19,15%). Persentasi tingkat penguasaan jenis utama secara umum setiap petak penelitian dikuasai oleh Markisa dan Pisang Batu yaitu, tercatat sebagai jenis utama di 8 petak penelitian (32%). Markisa tercatat sebagai jenis utama di petak 1, 2, 12, 13 14, 16, 19, dan 25. Jenis Pisang Batu pada petak 4, 6, 7, 8, 10, 17, 18, dan petak 24.

Kemudian bagi semai/herba pada Tabel 5 dan Gambar 2 (semai) dan jenis utama tertinggi pada setiap petak kajian dikuasai oleh *Elatostema sinuatum* terdapat di 18 petak (72 %), di ikuti Markisa 4 petak (16%) dan poh-pohon di 2 petak (8%). Indek dominansi rasio tertinggi pada kelompok semai/herba tertinggi dikuasai Markisa pada petak ke 25 (IDR=89,65%), terendah *Crassocephalum crepidioides* pada petak 1 (IDR=12,25%).

Tabel 5. Jenis dominan tertinggi semai setiap petak di sekitar Markisa TN Kerinci Seblat-Jambi

No.Petak	Species	DR	KR	FR	NP	IDR
1	<i>Crassocephalum crepidioides</i>	17.53	11.54	7.69	36.76	12.25
2	<i>Elatostema sinuatum</i>	44.90	61.54	33.33	139.77	46.59
3	<i>Elatostema sinuatum</i>	36.84	45.45	45.45	127.75	42.58
4	<i>Elatostema sinuatum</i>	11.39	15.63	15.63	42.64	14.21
5	<i>Elatostema sinuatum</i>	54.84	64.52	38.89	158.24	52.75
6	<i>Elatostema sinuatum</i>	55.36	57.50	42.11	154.96	51.65
7	<i>Elatostema sinuatum</i>	32.65	51.72	31.25	115.63	38.54
8	<i>Elatostema sinuatum</i>	28.00	37.5	20.00	85.50	28.50
9	<i>Elatostema sinuatum</i>	25.00	38.71	26.32	90.03	30.01
10	<i>Elatostema sinuatum</i>	36.67	59.46	35.00	131.13	43.71
11	<i>Elatostema sinuatum</i>	29.82	48.72	30.00	108.54	36.18
12	<i>Pasifflora ligularis</i>	96.20	72.73	80.00	248.93	82.98
13	<i>Pasifflora ligularis</i>	93.94	87.50	87.50	268.94	89.65
14	<i>Pasifflora ligularis</i>	61.22	42.11	53.33	156.66	52.22

15	<i>Elatostema sinuatum</i>	18.00	30.77	12.50	61.27	20.42
16	<i>Elatostema sinuatum</i>	44.74	63.33	46.67	154.74	51.58
17	<i>Elatostema sinuatum</i>	40.91	58.54	42.86	142.30	47.43
18	<i>Pilea melastomoides</i>	42.55	35.44	46.67	124.66	41.55
19	<i>Elatostema sinuatum</i>	39.47	58.82	38.46	136.76	45.59
20	<i>Elatostema sinuatum</i>	54.76	60.61	41.67	157.03	52.34
21	<i>Pilea melastomoides</i>	50.00	62.50	41.67	154.17	51.39
22	<i>Elatostema sinuatum</i>	30.00	55.56	50.00	135.56	45.19
23	<i>Elatostema sinuatum</i>	55.56	71.79	66.67	194.02	64.67
24	<i>Elatostema sinuatum</i>	28.30	62.50	50.00	140.80	46.93
25	<i>Pasiflora ligularis</i>	93.94	87.50	87.50	268.94	89.65

Pembahasan

Taman Nasional Kerinci Seblat-Jambi adalah kawasan konservasi yang harus dilestarikan keberadaannya sebagai habitat jenis-jenis tumbuhan lokal yang telah teruji kemampuannya sebagai penyeimbang alam disekitarnya. Kehadiran jenis-jenis asing terutama yang dapat menginvasi kondisi lingkungan sekitarnya akan berdampak terhadap jenis-jenis lokal lainnya untuk bersaing hidup dalam memenuhi nutrisi hara dari dalam tanah dan cahaya matahari sebagai sumber utama fotosintetis untuk daun. Jenis asing tersebut umumnya memiliki keunggulan dibandingkan dengan jenis-jenis lokal, sehingga banyak jenis-jenis lokal telah terganggu kehidupannya oleh jenis asing tersebut, sehingga menimbulkan kematian (membunuh pelan-pelan).

Pada beberapa petak kajian jenis Markisa telah menguasai dengan kondisi cukup serius dengan menutup lantai hutan dan beberapa jenis pohon yang ada disekitarnya (kelompok belta). Pada beberapa petak yang tingkat penguasaan oleh Markisa sangat tinggi bagi herba/semay dan belta masih rendah diprediksi akan lebih cepat mati, karena susah berkembang (telah terjerat), termasuk juga bagi kelompok pohon berdiameter besar dengan tinggi > 10 m dimungkinkan juga akan mati, nanum memerlukan waktu yang cukup lama.

Kondisi iklim TNKS dengan bukaan kanopi yang cukup merupakan faktor pendukung utama cepatnya penyebaran jenis asing invasif yaitu Markisa. Intensitas cahaya matahari yang tinggi pada bukaan kanopi hutan (gap) pendorong utama tumbuhnya biji-biji Markisa. Hewan pemakan biji merupakan penyebar utama Markisa di TNKS, karena tidak setiap biji hancur dicerna oleh hewan tersebut dan dikeluarkan bersamaan dengan kotoran lainnya, sehingga akan tersebar di seluruh kawasan yang dilintasi oleh satwa tersebut [8].

Hasil kajian pada petak ke 25 atau lk. 1.000 m atau lk. 1 km dari pinggir kawasan berhutan (petak terjauh), jenis Markisa kelompok belta (SDR=64,93%) telah menguasainya. Kondisi ini sangat mengahwatirkan mengganggu ekosistem lokal disekitarnya, dan sangat susah untuk menanggulangi Markisa tersebut. Selanjutnya tingkat penguasaan invasif Markisa terhadap jenis lainnya diperlihatkan juga oleh kelompok semay pada beberapa petak dengan nilai IDR-nya lebih 50 % yaitu pada petak 13, petak 12, petak 14 dan petak 25 (Tabel 5). Oleh karena itu pertumbuhan yang didominasi Markisa di lokasi penelitian secara ekologis perlu cepat-cepat diberantas, karena kasus invasif Markisa telah terjadi di TN Gede Pangrango (Cibodas) atau jenis mantangan (*Meremia peltata*) di Bukit Barisan Selatan [9] (Gambar 3).



Gambar 3. *Merremia peltata* menginvasi kawasan TN Bukit Barisan Selatan (Google, 2016)

Ucapan Terima Kasih

Kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Kabid Botani dan Kapuslit Biologi-LIPI yang telah menugaskan untuk melaksanakan penelitian jenis-jenis tumbuhan invasif di TNKS-Jambi. Terima kasih juga disampaikan kepada seluruh petugas TNKS dan pembantu lapangan seperti pak Kimun dan pak Karmun di Kersik Tua, Kayu Aro, Kerinci, Jambi atas bantuannya dilapangan.

Daftar Pustaka

- [1] Anonim, 2015. Taman Nasional Kerinci Seblat. <http://www.dephut.go.id. htm>. Diakses 17 September 2015..
- [2] Tjitrosemito S. 2004. *The concept of invasive alien species*. Regional Training Course on Integrated Management of Invasive Alien Plant Species. BIOTROP, Bogor, Indonesia. 18-28 May 2004.
- [3] Cox, G.W. 1978. *Laboratory Manual of General Ecology*. New York WM.C.Brown Company Publisher.
- [4] Dombois, D M & Ellenberg. 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. John Wiley & Sons, New York.
- [5] Geig-Smith, P. 1964. *Quantitative Plane Ecology*. London..
- [6] Odum, H.T. 1992. *Ekologi Sistem Suatu Pengantar*. UGM. Press.
- [7] Rugayah, EA Widjaja dan Praptiwi. 2004. *PedomanPengumpulan Data Keanekaragaman Flora*. PusatPenelitian Biologi-LIPI, Bogor.
- [8] Sadili, A. Sunaryo. Girmansyah, D. 2015. Analisis Regenerasi Flora Pada Beberapa Jenis Tumbuhan Invasif Dominan Di Taman Nasional Bali Barat. *Prosiding Seminar Nasional Biosanins II*. Universitas Udayana. Bali.
- [9] Hermawan, R. 2014. Model Sebaran Spasial dan Kesesuaian habitat species invasif Mantangan (*Merremia peltata*) Di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan. https://www.academia.edu/22621124/Sekolah_Paskasarjana_IPB. Diakses 23 Mei 2015.

EK-24

Komunitas Burung Pada Enam Tipe Ekosistem Di Kabupaten Nunukan Kalimantan Timur

Ruhyat Partasasmita^{1,a)}, Sonya Suswanti¹, Teguh Husodo¹,

¹*Program Studi Biologi, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran. Jl. Raya Jatinangor KM. 21, Jawa Barat, Indonesia. 45363*

^{a)}*ruhyat.partasasmita@unpad.ac.id*

Abstrak. Berbagai jenis burung dapat hidup dan tersebar sangat luas di berbagai tipe ekosistem. Hal ini, karena burung mampu beradaptasi dan memanfaatkan sumberdaya yang ada di berbagai tipe ekosistem tersebut. Penelitian ini dilakukan pada bulan April-Juli 2012 pada 6 tipe ekosistem di daerah Kabupaten Nunukan Kalimantan Timur. Metode penelitian yang dilakukan adalah *Point Count* dengan jari-jari 30 m dan jarak antar titik 200 m. hasil menunjukkan bahwa pada 6 tipe ekosistem ditemukan 78 spesies dari 31 familia, dengan 4 spesies berstatus endemik, 26 jenis dilindungi oleh PP No.7 Tahun 1999. Berdasarkan IUCN terdapat juga 1 spesies yang dikategorikan hampir *Critically endangered*, selain itu terdapat 3 spesies yang dikategorikan *Vulnerable* serta 8 spesies kategori *Near Threatened*. Indeks keanekaragaman burung tertinggi di ekosistem hutan hujan tropis sebesar 2,99 sedangkan nilai indeks keanekaragaman terendah adalah ekosistem sungai yaitu sebesar 2.39. Ke-enam tipe ekosistem yang memiliki kesamaan jenis spesies tertinggi adalah ekosistem bakau dengan ekosistem pantai dengan nilai indeks kesamaan Sorensen 0,41 sedangkan yang memiliki nilai terkecil adalah ekosistem hutan hujan tropis dengan ekosistem bakau. Indeks perataan Pielou di ke-6 tipe ekosistem memiliki jenis burung dengan persebaran cukup merata berkisar antara 0,79 - 0,90.

Kata kunci : Komunitas burung, Guild, Nunukan, Kalimantan Timur

Abstract. Various species of birds can live and spread very widely in different types of ecosystems. This is because the bird is able to adapt so as to capitalize on the various types of ecosystems. This study was conducted in April-July 2012 at six ecosystem types in areas Nunukan in East Kalimantan. The research method is a *Point Count* with a radius of 30 m and the distance between a points 200 m. the results showed that at six types of ecosystems found 78 species of 31 Familia, with 4 status of endemic species, 26 species are protected by PP No.7 of 1999. Based on the IUCN are also one species categorized almost critically endangered, besides there are three species were categorized *Vulnerable* and *Near Threatened* category 8 species. Index of the highest bird diversity in tropical rain forest ecosystems of 2.99, while the lowest index value of diversity is the river ecosystem that is equal to 2:39. All six ecosystem types have in common is the highest species of mangrove ecosystems in coastal ecosystems with Sorensen similarity index score of 0.41, while those with the smallest value is tropical rain forest ecosystem with mangrove ecosystems. Pielou flattening index in all six types of ecosystems have bird species with the spread fairly evenly ranged from 0.786 to 0.904.

Keywords: Bird Community, Guild, Nunukan, East Kalimantan

Pendahuluan

Kumpulan populasi dari spesies-spesies burung yang hidup di suatu habitat sering disebut komunitas burung [1][2]. Kumpulan populasi burung tersebut membentuk sistem komposisi, struktur, hubungan interaksi, perkembangan dan peranannya sendiri [3]. Batasan yang sangat dari pengertian komunitas menjadikan suatu yang sangat kompleks, sehingga dalam mempelajarinya sering disesuaikan dengan kajian yang diinginkan. Akan tetapi, pada umumnya parameter dipelajari dapat digolongkan dalam 2 kategori penting suatu komunitas yaitu *taxocene* dan *guild* [4][5]. Penentuan suatu komunitas berdasarkan *taxocene* terbatas pada organisme yang secara taksonomi relatif sama dan mendominasi komunitas tersebut, seperti komunitas burung air, burung semak [2][3]. Hal ini karena *taxocene* merupakan unit dasar dalam penelitian makroekologi dan mempunyai parameter seperti kelimpahan dan keanekaan. Akan tetapi, jika penekanan kajian komunitas lebih ke arah pemanfaatan sumberdaya dengan cara yang sama oleh kumpulan sepsies disebut komunitas berdasarkan *Guild* [3][6].

Komunitas burung merupakan salah satu komponen biotik ekosistem yang berperan dalam menjaga keseimbangan dan kelestarian alam. Peranan tersebut dapat tercermin dari posisi tropik yang ditempatinya [3]. Oleh karena itu, kehadiran burung sangat berkaitan dengan ketersediaan sumberdaya di suatu tempat sehingga dijadikan habitat bagi burung. Dengan demikian, ketersediaan sumberdaya tumbuhan sangat berpotensi mempengaruhi burung, dan merupakan salah satu faktor utama bagi kehadiran komunitas burung di tempat tersebut [2]. Oleh karena itu, hutan, ladang, kebun, dan bahkan daerah pemukiman penduduk dapat menjadi habitat penting bagi burung [3], bahkan habitat yang vegetasinya monokultur dapat menjadi habitat penting bagi burung-burung tertentu [7].

Perubahan komposisi dan struktur vegetasi di habitat baik secara langsung maupun tidak langsung berpengaruh terhadap komunitas burung yang mendiaminya [3]. Perubahan tersebut terjadi dalam skala ruang dan waktu [2]. Sebagai contoh, komposisi spesies burung lebih banyak dari familia Sylviidae pada fase habitat hutan pinus berusia < 5 tahun, sedangkan usia hutan pinus > 5 tahun lebih banyak ditumbuhi vegetasi pancang dan pohon komposisi spesies burung bertambah dengan hadirnya familia Cuculidae, Picidae dan Capitonidae [8]. Perubahan dengan penambahan spesies burung melalui pembentukan koloni baru dan kehilangan spesies burung melalui ketidakcocokan karena sumberdaya sudah kurang mendukung untuk kehidupannya [2][3].

Kehadiran komunitas burung dapat disebabkan oleh kondisi lingkungan yang memungkinkan burung hidup ditempat tersebut. Sebagai contoh, habitat yang memiliki vegetasi yang menyediakan berbagai sumberdaya serta terlindung dari gangguan sehingga banyak spesies burung yang tempat tersebut sebagai habitatnya. Penutupan vegetasi merupakan salah satu syarat suatu tempat dijadikan habitat yang baik dan menyebabkan melimpahnya keberadaan burung [9]. Perubahan tegakan pohon atau vegetasi yang berfungsi sebagai habitat satwa (diantaranya burung) berpengaruh terhadap kehidupan burung, baik populasi, tingkah laku, maupun berkembang biakan [10].

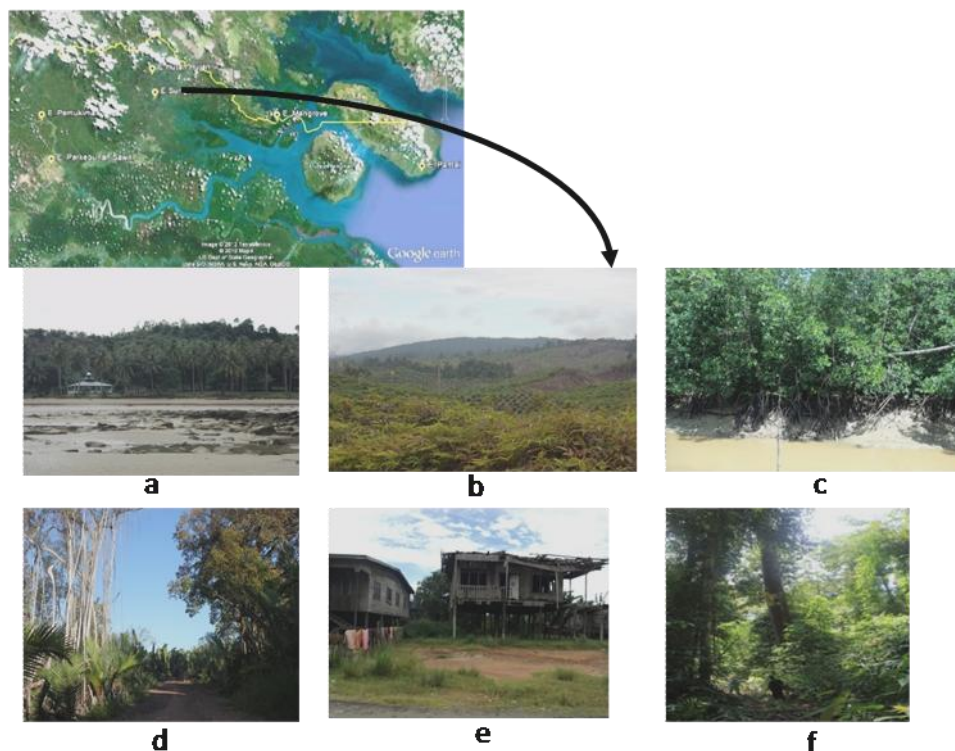
Perubahan tegakan vegetasi dalam skala lanskap yang dilakukan oleh manusia maupun secara alami akan membentuk tipe ekosistem yang berbeda-beda. Perbedaan tersebut termasuk satwa liar (termasuk burung) yang menempatnya. Beberapa daerah di Indonesia mengalami perubahan tersebut membentuk bermacam-macam tipe ekosistem sesuai tataguna lahannya. Salah satu yang sedang mengalami proses tersebut adalah daerah perbatasan Negara Indonesia dengan Malaysia adalah di Kabupaten Nunukan. Kabupaten Nunukan adalah salah satu kabupaten yang terdapat di Kalimantan Timur. Kabupaten Nunukan memiliki cakupan daerah yang luas yaitu dari pantai hingga pegunungan. Namun kawasan ini sangat rentan dengan tingkat konversi dan eksploitasi lahan yang cukup tinggi akibat kebutuhan hidup yang semakin meningkat. Selain itu, kawasan ini juga telah mengalami pengkonversian lahan yang menyebabkan terjadinya perubahan kawasan yang berdampak pada perubahan ekologis dan secara tidak langsung berdampak terhadap penurunan keanekaragaman jenis burung. Untuk mengetahui perubahan peruntukan kawasan akibat konversi lahan diperlukan pengamatan

mengenai keanekaragaman, kelimpahan, distribusi dan kesamaan komposisi diantaranya spesies burung, karena burung dapat dijadikan indikator yang mudah terhadap perubahan tersebut. Berdasarkan ketersediaan tipe ekosistem di Kabupaten Nunukan, penelitian dilakukan pada 6 tipe ekosistem, antara lain ekosistem bakau, ekosistem pantai berpasir, ekosistem hutan hujan tropis (dataran rendah), ekosistem pemukiman, ekosistem perkebunan sawit, dan ekosistem sungai. Ke-enam ekosistem tersebut dapat mewakili seluruh tipe tataguna lahan yang ada.

Bahan dan Metode

Lokasi penelitian

Penelitian dilakukan pada enam tipe ekosistem yang terdapat pada wilayah Kabupaten Nunukan, Kalimantan Timur, antara lain di ekosistem bakau, ekosistem pantai berpasir, ekosistem hutan hujan tropis, ekosistem pemukiman, ekosistem perkebunan sawit, dan ekosistem sungai. Secara geografi Kabupaten Nunukan terletak di $3^{\circ}30'00''$ - $4^{\circ}24'55''$ LU, dan $115^{\circ}22'30''$ - $118^{\circ}44'54''$ BT. Secara administrasi Kabupaten Nunukan memiliki luas wilayah keseluruhan



Gambar 1. Lokasi penelitian pada 6 tipe ekosistem

a) ekosistem bakau, b) ekosistem pantai berpasir, c) ekosistem hutan hujan tropis, d) ekosistem pemukiman, e) ekosistem perkebunan sawit, dan f) ekosistem sungai

Tata kerja

Teknik pencuplikan data menggunakan metode *Point Count* (PC). Jarak antara titik hitung (PC) sejauh 200 m, dengan radius PC 30 m. Jumlah PC setiap tipe ekosistem berbeda-beda disesuaikan kondisi ketersediaan luasan lokasi pengamatan serta waktu yang tersedia dari ekspedisi katulistiwa NKRI. Pada tipe ekosistem mangrove dan pemukiman jumlah PC masing-masing sebanyak 9, tipe ekosistem hutan hujan tropis dan perkebunan sawit jumlah PC masing-masing sebanyak 8, tipe ekosistem sepandan sungai jumlah PC sebanyak 5, dan tipe ekosistem pantai jumlah PC sebanyak 14.

Kekayaan spesies burung di lokasi penelitian diinventarisasi menggunakan metoda sigi. Pengumpulan data kelimpahan dan distribusi burung dilakukan dengan menggunakan metoda titik hitung (11; 12; 13). Sensus dilakukan pada jam 5.30-10.30 WIB dan 14.30-18.00 WIB.

Lama waktu pengamatan di setiap titik hitung adalah 10 menit [12]. Analisis data dilakukan perhitungan indeks keanekenaan spesies (Shannon-wiener), kelimpahan, distribusi dan kesamaan antara tipe ekosistem.

Hasil dan Pembahasan

Kekayaan jenis burung

Spesies burung yang ditemukan di ke-6 tipe ekosistem sejumlah 91, yang terdiri dari 37 Familia. Dari jumlah 91 spesies yang termasuk kategori Endemik hanya 4 (4,45%) yaitu Tiong-batu Kalimantan, Madi-hijau Whitehead, Bondol Kalimantan, dan Kucica alis-putih. Bondol Kalimantan ditemukan pada 2 tipe ekosistem yaitu ekosistem perkebunan sawit dan pemukiman, sedangkan 3 spesies lainnya hanya ditemukan di ekosistem hutan hujan tropis. Spesies burung yang dilindungi UU RI sebanyak 26 (26,6%), berdasarkan IUCN terdapat juga 1 spesies yang dikategorikan hampir punah (Critically endangered) yaitu spesies Cikalang Christmas (*Fregata andrewsii*), 3 spesies yang dikategorikan Vulnerable, dan 8 spesies berkategori Near Threatened. Berdasarkan katagori status CITES terdapat 2 spesies dengan katagori Appendiks I yaitu Cikalang Christmas, Pelatuk ayam, dan 11 spesies berstatus Appendiks II. Keberadaan 2 spesies dengan status Appendiks I dan II menunjukkan bahwa keteracaman punah spesies tersebut jika perdagangan tidak dihentikan.

Keberadaan spesies yang berstatus konservasi seperti endemic, apendiks CITES dan spesies-spesies dilindungi menunjukan bahwa kawasan Kalimantan masih dapat menyediakan habitat bagi burung yang sangat penting secara ekologi dan kriteria konservasi. Ketersediaan daya dukung habitat yang beragam pada tiap lahan dapat mendukung jenis burung yang lebih beragam pula beraneka ragam pula [14]. Seperti halnya Familia Bucerotidae yang menjadi indikator keaslian hutan. Namun dengan didaptkannya spesies terancam punah memberikan informasi untuk lebih terjaga baik dari alam yang merupakan habitat burung maupun mengenai perdagangan burung yang terjadi secara bebas.

Berdasarkan tipe ekosistem menunjukkan bahwa jumlah spesies burung lebih tinggi di ekosistem hutan dibanding 5 tipe ekosistem lainnya (Tabel 1). Akan tetapi jumlah spesies burung yang tinggi tidak selalu diikuti oleh jumlah individu yang tinggi pula. Hal ini tampak pada Tabel 1, menunjukkan bahwa ekosistem pantai lebih banyak individu karena beberapa spesies mempunyai karekater bergerombol. Walaupun yang memiliki jumlah individu terbanyak adalah daerah pantai berpasir namun hal tersebut tidak menjadikan ekosistem pantai berpasir memiliki keanekaragaman yang tinggi, dikarenakan terdapat kelimpahan pada satu jenis burung dalam sebuah komunitas sehingga dapat diketahui bahwa pada ekosistem pantai berpasir dikategorikan dengan kelimpahan suatu jenis burung bukan dikategorikan memiliki keanekaragaman tinggi.

Tabel 1. Keanekaragaman spesies burung 6 tipe ekosistem

	Ekosistem					
	Mangrove	Pantai Berpasir	Hutan Hujan Tropis	Pemukiman	Perkebunan Sawit	Sempadan sungai
Jumlah Jenis	23	21	32	24	23	14
Jumlah individu	120	211	113	144	104	58
Indeks Shannon	2,46	2,44	2,99	2,54	2,49	2,39

Keanekaragaman tinggi yang dimiliki oleh ekosistem hutan hujan tropis dapat diketahui dikarenakan kondisi vegetasi yang menutupi ekosistem tersebut heterogen, tersusun oleh berbagai macam jenis tumbuhan yang menyediakan sumber makanan berupa buah-buahan, serangga dan lain-lain, serta menyediakan tempat yang beragam untuk bersarang, tenggeran, dan perlindungan dari gangguan. Seperti menurut Pudyatmoko (2006) [9] penutupan vegetasi yang baik pada suatu kawasan hutan akan menyebabkan melimpahnya keberadaan burung.

Nilai indeks keanekaragaman di enam tipe ekosistem termasuk kepada golongan keanekaragaman sedang, karena nilai indeksanya antara 2-3, namun dapat dikatakan indeks

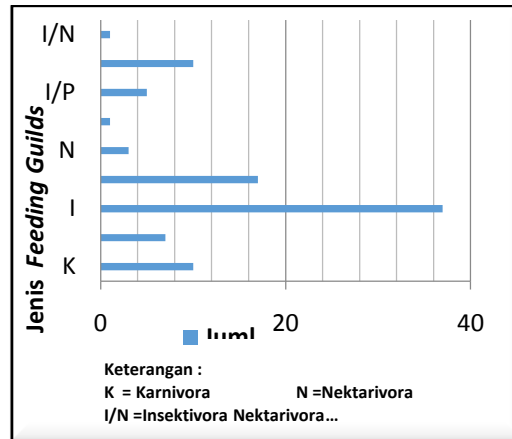
keanekaragaman di daerah tropis hampir mendekati tinggi. Keanekaragaman yang menunjukkan hampir tinggi ini mengindikasikan bahwa daerah hutan hujan tropis dilokasi penelitian masih dapat mempertahankan keanekaragamannya, yang menyediakan sumberdaya makanan tempat perlindungan dan tempat berbiak. Akan tetapi pada berbagai daerah telah mengalami gangguan dengan kegiatan *logging*.

Indeks keanekaragaman pada ekosistem pemukiman menempati posisi kedua tertinggi dibanding ekosistem mangrove, pantai berpasir, perkebunan sawit, dan sempadan sungai. Hal tersebut karena kondisi dan letak pemukiman berada di antara lahan-lahan yang masih menjadi hutan. Oleh karena itu burung-burung yang mampu beradaptasi dengan kegiatan di pemukiman serta tidak terlalu sensitif terhadap kehadiran manusia masih banyak berdatangan ke sekitar pemukiman. Tingginya keanekaragaman burung karena juga pergabungan dari spesies burung pemukiman dan burung hutan. Hal sama diperoleh Purnomo dkk [15] dan Aprillia [16] terjadi keanekaragaman yang tinggi pada 2 wilayah yang berdekatan namun memiliki perbedaan kondisi ekologi. Perubahan struktur vegetasi pada suatu areal hutan meningkatkan kekayaan dan keanekaragaman spesies burung. Perubahan lingkungan ini memungkinkan spesies-spesies burung hutan dan burung-burung pinggiran hutan hidup secara bersamaan (*co-eksistensi*) dalam satu areal [17].

Tipe ekosistem yang memiliki keanekaragaman terendah adalah tipe ekosistem sempadan sungai dimana memiliki indeks keanekaragaman hayati sebesar 2.39, dengan jumlah 58 individu dari 14 jenis burung. Keanekaragaman yang rendah ini dapat dikarenakan pada saat pengamatan ekosistem ini memiliki jumlah titik hitung paling sedikit sehingga luasan pengamatannya pun tidak seluas ekosistem lain. Selain itu dapat juga dikarenakan ekosistem sempadan sungai ini memiliki vegetasi yang homogen dan bukan merupakan tanaman yang memproduksi pakan untuk burung-burung pemakan buah, sehingga bagi burung-burung pemakan buah biasanya hanya singgah saja di daerah ini. Penyusun vegetasi pada ekosistem sempadan sungai ini adalah Nipah dan Nibung dan beberapa jenis tumbuhan bawah seperti paku bakau, Familia Poaceae dan Cyperaceae. Pada 6 tipe ekosistem diketahui kehadiran spesies burung disebabkan berbagai faktor antara lain ketersediaan pakan, dan kesesuaian habitat. Hal ini sesuai dengan hasil beberapa peneliti yang menunjukkan bahwa kehadiran spesies burung dipengaruhi oleh ketersediaan pakan, perilaku makan dan perilaku hidup, air, pelindung, dan ruang lingkup serta kebutuhan yang penting bagi kehidupan burung yang terbentuk dalam suatu habitat [3][4][17].

Komposisi guild spesies burung

Keberadaan dan keragaman sumberdaya makanan merupakan salah faktor kehadiran berbagai spesies berdasarkan kategori jenis makanan dan cara makanannya. Ketersediaan tersebut dapat tersebar secara meruang baik vertikal maupun horizontal. Pada 6 tipe ekosistem di tempat penelitian menunjukkan bahwa semua kategori guild burung ditemukan yaitu karnivora, piscivora, insektivora, nektarivora, frugivora, insektivora-karnivora, insektivora-frugivora, insektivora-nektarivora dan insektivora-piscivora.



Gambar 2. Komposisi Feeding Guilds Burung

Dari Gambar diatas menunjukkan *feeding guilds* yang mendominasi Insektivora dengan jumlah 37 jenis burung. Tingginya *guild* insektivora menunjukkan bahwa ketersediaan pakan serangga melimpah. Kelimpahan serangga yang tinggi diberbagai tipe ekosistem di Nunukan mengindikasikan telah terjadi pembukaan oleh penduduk yang menyebabkan serangga menjadi tersebar ke berbagai tipe ekosistem dari hutan sampai perumahan. Pembukaan lahan menunjukkan hal sebaliknya terhadap kehadiran burung kategori *guild* frugivora yang cenderung lebih sedikit. Burung kelompok frugivora-insektivora mendominasi ekosistem tersebut seperti Familia Pycnonotidae (Tabel 2). Burung-burung frugivora-insectivora sangat membantu suksesi vegetasi di area-area bukaan [3][18]. Hal ini diduga karena pembukaan lahan menyebabkan banyak berbagai spesies tumbuhan yang buahnya potensial sebagai pakan burung menjadi berkurang bahkan tidak ada [4][7][17]. Aktivitas penebangan dapat menyebabkan ketersediaan makanan berupa serangga melimpah dibandingkan buah karena rusaknya pohon buah saat proses penebangan, dengan begitu lebih banyak burung insektivora yang hadir dibandingkan dengan burung frugivora [19].

Kelimpahan dan penyebaran burung

Karakter burung yang mampu beradaptasi dengan perubahan lingkungan yang lebih mendominasi banyak kehadiran manusia ditunjukkan dengan kelimpahan dan distribusi yang tinggi di ke-6 habitat, tampak seperti pada Tabel 2. Akan tetapi, spesies burung yang sensitif terhadap kehadiran manusia sehingga hanya mampu menempati tempat tertentu seperti hutan hujan tropis sebanyak (20,9%) spesies, dengan memiliki kelimpahan yang kecil (0,13%) [20].

Tabel 2. Burung Dengan Kelimpahan tertinggi

No.	Nama Indonesia	Nama Latin	Familia	KR (%)	FR (%)
1	Merbah cerucuk	<i>Pycnonotus goiavier</i>	Pycnonotidae	9,53	66,67
2	Gereja	<i>Passer montanus</i>	Ploceidae	8,19	50,00
3	Layang-layang Batu	<i>Hirundo tahitica</i>	Hirundinidae	7,38	83,33
4	Bondol rawa	<i>Lonchura malacca</i>	Ploceidae	6,58	83,33
5	Walet sarang Hitam	<i>Collocalia maxima</i>	Apodidae	6,44	50,00
6	Bondol Kalimantan	<i>Lonchura fuscans</i>	Ploceidae	5,77	33,33

Merbah cerucuk dan burung Gereja memiliki kelimpahan tertinggi karena pada ekosistem pantai, pemukiman dan perkebunan sawit sangat banyak dijumpai. Hal ini diduga karena sumberdaya yang sangat dibutuhkan burung tersebut untuk kelangsungan hidupnya tercukupi seperti makanan, tempat bersarang dan tempat berlindung. Kemampuan adaptasi dan pemanfaatan sumberdaya di habitat yang didominasi kegiatan aktivitas manusia dapat dilakukan oleh burung yang toleran. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Partasasmita [3] bahwa spesies burung tersebut meningkat di tipe habitat yang lebih terbuka dan banyak aktivitas manusia

dibanding dengan di hutan sekunder tua. Kelimpahan burung Merbah cerucuk yang tinggi menunjukkan ciri khusus bahwa spesies tersebut sangat menyukai tipe habitat terbuka yang masih banyak vegetasi semaknya terutama pada kebun kelapa sawit yang masih usia muda. Hal ini sejalan dengan yang ditemukan Mulyani [7] bahwa burung Merbah cerucuk mempunyai kepadatan tertinggi pada berbagai musim berturut-turut musim kemarau 62 ind/ha, sedangkan musim hutan 30 ind/ha. Burung Merbah cerucuk dan burung Gereja pada umumnya dimasukan dalam kategori frugivora dan granivora. Akan tetapi, hasil analisis feses sering dijumpai bagian dari tubuh insekta, sehingga sering dikategorikan insektivora-frugivora dan insektivora-granivora. Kelimpahan kedua spesies tersebut di tipe ekosistem pemukiman dan perkebunan kelapa sawit karena pada kedua tipe ekosistem tersebut banyak menyediakan serangga sebagai pakannya. Menurut Heldebrant (2015) menemukan banyak serangga yang potensial sebagai pakan burung pada kebun kelapa sawit di Jambi, diantaranya yang kelimpahan tinggi kelompok Hymenoptera dan coleopteran, dan yang kelimpahan sedang *Araneae*, *Hemiptera* dan *Dermaptera* [7].

Pada ekosistem mangrove spesies burung yang melimpah adalah Bondol rawa (*Lonchura malacca*) dan Kucica kampung dengan kelimpahan relatif berturut-turut 18,3% dan 15,8% [20]. Kelimpahan Bondol rawa dan Kucica kampung yang tinggi di ekosistem mangrove, karena burung tersebut menyukai daerah terbuka seperti pembukaan lahan mangrove yang dijadikan pelabuhan, kedua spesies tersebut sering dijumpai bertengger dan terdengar kicauannya di vegetasi mangrove. Kelimpahan yang tinggi dan berstatus endemik, akan tetapi hanya terdistribusi di tipe ekosistem pemukiman dan kebun kelapa sawit diantaranya Bondol Kalimantan (*Lonchura fuscans*) 18,75% [20]. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan hutan menjadi pemukiman maupun perkebunan kelapa sawit masih dapat digunakan oleh beberapa spesies burung termasuk spesies yang endemik (*Lonchura fuscans*). Bondol Kalimantan terlihat pada semak-semak yang berada di daerah pinggiran pemukiman. Pada ekosistem pemukiman merupakan ekosistem buatan manusia yang sudah memiliki banyak perubahan dari ekosistem aslinya. Burung-burung ini mendominasi wilayah pemukiman karena merupakan wilayah campuran tipe ekosistem dimana pemukiman ini berbatasan langsung dengan hutan dan didalamnya terdapat juga lahan pertanian dan perkebunan warga sehingga menyebabkan ketersediaan pakan semakin beraneka. Kehadiran walet sarang hitam di daerah pinggiran pemukiman yang berupa hutan sehingga karena terdapat gua-gua kecil yang merupakan sarang dari burung tersebut

Secara keseluruhan kehadiran burung-burung pada tiap ekosistem menunjukkan bahwa ekosistem tersebut disukai dan sesuai untuk dijadikan tempat hidup oleh spesies tersebut. Kehadiran suatu jenis burung tertentu, pada umumnya disesuaikan dengan kesukaannya terhadap habitat tertentu [3]. Demikian juga distribusi burung sangat bergantung pada kesesuaian habitatnya, setiap familia dan jenis burung harus beradaptasi dengan masing-masing tipe habitat yang sesuai untuk makan dan bertelur [21].

Kesamaan jenis burung pada 6 tipe ekosistem

Nilai indeks kesamaan Sørensen antar tiap ekosistem rata-rata di bawah 0,5 kecuali daerah pemukiman dengan perkebunan sawit yang memiliki nilai 0,57 (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa masing-masing tipe ekosistem memiliki perbedaan tipe vegetasi. Perbedaan tipe vegetasi antara keenam tipe ekosistem menyebabkan adanya perbedaan jenis burung serta sumber daya yang bisa dimanfaatkan bagi burung [3]. Perbedaan tersebut mengakibatkan jenis-jenis burung yang terdapat pada keenam tipe ekosistem berbeda. Kesamaan jenis burung yang menempati 2 ekosistem dapat menunjukkan bahwa spesies yang hadir pada kedua ekosistem tersebut dapat beradaptasi dengan baik pada kondisi ekosistem yang berbeda. Kesamaan spesies burung penghuni 2 tipe ekosistem yaitu pada ekosistem pemukiman dan ekosistem perkebunan sawit, diduga karena pengaruh kemiripan vegetasi kedua ekosistem tersebut. Tipe vegetasi pada suatu area sangat mempengaruhi jenis burung yang ada pada suatu area [14].

Pada ekosistem pemukiman banyak ditemukan talun dan beberapa tanaman sawit yang ditanam di kebun warga, dan tumbuhan buah-buahan seperti pohon pisang. Kedua ekosistem

tersebut sering dikunjungi oleh manusia. Spesies burung yang hadir di kedua ekosistem tersebut menunjukkan sudah terbiasa dengan kehadiran manusia, diantaranya burung dari Familia Ploceidae. Burung dari Familia Ploceidae merupakan burung yang cukup roleran terhadap kehadiran manusia [21].

Tabel 3. Kesamaan jenis burung pada 6 tipe ekosistem

Tipe Ekosistem	Mangrove	Pantai Berpasir	Hutan Hujan Tropis	Pemukiman	Perkebunan Sawit	Sungai
Mangrove		0,41	0,15	0,21	0,22	0,32
Pantai Berpasir			0,15	0,44	0,37	0,22
Hutan Hujan Tropis				0,39	0,3	0,17
Pemukiman					0,57	0,32
Perkebunan Sawit						0,22

Dari Tabel 3 diatas menunjukkan bahwa hutan hujan tropis memiliki jenis kesamaan terendah dengan ekosistem mangrove dan ekosistem pantai berpasir. Hal ini karena perbedaan kondisi lingkungan baik dari faktor biotik dan abiotik. Dari kondisi lingkungan seperti faktor abiotik salinitas air, ketinggian, suhu, kelembaban ke-3 ekosistem cenderung berbeda. Keadaan fisik tersebut menyebabkan tumbuhan yang hidup pada ekosistem tersebut tidak sama dengan vegetasi ada di ekosistem hutan hujan tropis. Perbedaan vegetasi sebagai penyusun habitat ekosistem tersebut akan menyediakan sumberdaya yang sangat berbeda, seperti ketersediaan pakan yang potensial untuk berbadai spesies burung, tempat bersarang, dan tempat perlindungan. Hal yang sama ditemukan Endah dan Partasasmita [22] bahwa struktur vegetasi pada suatu habitat sangat berpengaruh terhadap kehadiran spesies burung. Tipe vegetasi yang hampir sama menunjukkan nilai indeks kesamaan keanekaragaman spesies yang tinggi, serta sebaliknya semakin berbeda tipe vegetasinya semakin rendah tingkat indeks kesamaannya.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini terselenggarakan berkat kegiatan Ekspedisi Khatulistiwa NKRI 2012 yang melibatkan akademisi, masyarakat sipil, dan militer. Ucapan terima kasih untuk tim flora fauna yang membantu pada saat penelitian yaitu Pak Beno, Pak Harsono, Pak Cetyo, Pak Titus, Pak Amiin, dan tim dari Universitas Mulawarman seperti Pak Fajar, Pak Ninja, Pak Eko, dan Pak Amir Terimakasih atas dukungan moril saat pada tim Ekspedisi Khatulistiwa Nunukan yaitu Dhea Latifa Handini, Suci Rohmayani, Eris Suci Sandhita, dan Puji Hastuti.

Daftar Pustaka

- [1] Odum PE. 1993. *Dasar-dasar ekologi*, diterjemahkan oleh Samingan T, Srigandono B. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press.
- [2] Wiens JA. 1992. *The ecology of bird communities*. Vol. I. Foundations and patterns. Cambridge. Cambridge University Press.
- [3] Partasasmita R, Mardiasuti A, Solihin DD, Widjajakusuma R, Prijono SN, da Ueda K. 2009. Komunitas Burung Pemakan Buah di Habitat Sukses. Jurnal Biosfera 26(2): 90-99.
- [4] Partasasmita R. 2015. Bird community status base on feeding guild in the remaining tropical forest and surrounding area West of Bandung, West Java Province. The National Conference of Bird Researchers and Observers in Indonesia, Bogor Agricultural University, 13-14 February 2015.
- [5] Morin PJ. 1999. *Community ecology*. Massachusetts. Blackwell Science.
- [6] Novarino W. 2008. *Dinamika jangka panjang komunitas burung strata bawah di Sipisang, Sumatera Barat*. [Disertasi]. Institut Pertanian Bogor.

- [7] Mulyani YA. 2016. Ekologi burung di lanskap perkebunan kepala sawit. Konferensi Peneliti dan Pemerhati Burung di Indonesia II UAJY, Yogyakarta 4-6 Februari 2016.
- [8] Hadiprayitno G. 1999. *Penggunaan Habitat oleh Berbagai Jenis Burung yang Berada di Kawasan Hutan Gunung Tangkuban Parahu, Jawa Barat*. [Tesis]. Institut Teknologi Bandung.
- [9] Pudiyatmoko, S. 2006. *Keanekaragaman Burung di Area Perkotaan*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- [10] Djuwantoko S., Hadiwinoto. 1983. *Studi Peranan Vegetasi sebagai Habitat Satwa Burung di Wanagama I*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- [11] Adhikerana AS. 1997. Komunitas burung di delapan tipe habitat di Pulau Siberut, Indonesia. *Berita Biologi* 4:1-8.
- [12] Bibby CJ, Jones M, Marden S. 2000. *Teknik-teknik ekspedisi lapangan survei burung*, diterjemahkan oleh YPAL, BirdLife International-IP, Bogor.
- [13] Hostetler ME, Main MB. 2001. Florida monitoring program: point count method to survey birds. Institute of food and agricultural science. University of Florida. <http://edis.ifas.ufl.edu>. Diunduh 3 Oktober 2003.
- [14] Ajie H.B. 2009. *Burung-Burung Di Kawasan Pegunungan Arjuna Welirang Taman Hutan Raya Raden Suryo, Jawa Timur Indonesia*. Jurusan Biologi, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [15] Purnomo, H., Jamaksari, H., Bangkit, R.N., Pradityo, T., Syarifudin, D. 2009. *Hubungan Antara Struktur Komunitas Burung Dengan Vegetasi Di Taman Nasional Bukit Baka Bukit Raya*. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- [16] Aprillia E. 2015. Struktur komunitas burung dan faktor gangguan lingkungan terhadap komunitas burung di kawasan rencana proyek pembangunan PLTA Cisokan, Jawa Barat. [Skripsi] Jurusan Biologi, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Padjadjaran
- [17] Aleixo A. 1999. Effect of selecting logging on a bird community in the Brazilian Atlantic forest. *Condor* 101:537-548.
- [18] Partasasmita R. 2015. The role of frugivorous birds in the dispersal of shrubs in submontane zone of tropical forest, West Java, Indonesia. *Nusantara Bioscience*, 7(2): 138-142
- [19] Rahmawaty, Priyatna, D., Azvy, T.S. 2006. *Keanekaragaman Jenis Burung Pada Habitat Terbuka dan Tertutup Di Kawasan Taman Nasional Gunung Leuser Provinsi Sumatera Utara*. USU Repository.
- [20] Suswanti S. 2012. Keanekaragaman Jenis Burung Pada Enam Tipe Ekosistem yang Terdapat Di Kabupaten Nunukan Kalimantan Timur.
- [21] Rukmi D.S. 2010. Komposisi Burung Di Kawasan Kampus Gunung Kelua Universitas Mulawarman Samarinda. *Bioprospek*, (7)1: 25-34.
- [22] Endah GP, Partasasmita R. 2015. Keanekaan jenis burung di Taman Kota Bandung, Jawa Barat. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*, 1:1289-1294.

EK-25

Perkembangan Perilaku Terbang dan Perkiraan Daerah Jelajah Elang Brontok Hasil Rehabilitasi di Cagar Alam Kamojang Garut Jawa Barat

Gammi Puspita Endah^{1,a)}, Johan Iskandar^{1,b)}, dan Ruhyat Partasasmita^{1,c)}

¹*Program Studi Sarjana Biologi, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran. Jl. Raya Jatinangor KM. 21, Jawa Barat, Indonesia. 45363*

^{a)}*endahpuspitagammi2@gmail.com*

Abstrak. Elang brontok (*Nisaetus cirrhatus* Gmelin, 1788) merupakan burung yang dilindungi oleh Undang – Undang di Indonesia, namun status tersebut tidak mengurangi ancaman terhadap burung ini. Elang brontok sering diburu **untuk** dijual dan dijadikan hewan peliharaan. Elang brontok yang telah lama dijadikan hewan peliharaan tidak bisa dilepaskan begitu saja ke alam karena telah kehilangan sifat liarnya. Oleh karena itu, pelepasan kembali elang tersebut ke alam dilakukan program rehabilitasi. Jika standar kelayakan pelepasliaran telah dipenuhi, maka elang dilepasliarkan dan dilakukan pemantauan terhadap perilaku elang tersebut. Indikator perilaku yang penting untuk diamati adalah perilaku terbang. Hasil pemantauan menunjukkan terjadi perkembangan perilaku terbang dari elang tersebut. Kemampuan elang yang dilepaskan terlihat melakukan manuver – manuver terbang seperti *soaring* dan *diving* yang sebelumnya tidak dilakukan elang pada saat direhabilitasi. Perkembangan perilaku terbang juga diiringi oleh pertambahan daya jelajah dan luas daerah jelajah elang. Pertambahan daya jelajah elang menunjukkan terbang sejauh 1.265 m dari titik pelepasliaran, dengan daerah jelajah seluas 15,4 ha.

Kata Kunci : Elang Brontok, perilaku terbang, daerah jelajah

Abstract. Changeable hawk-eagle (*Nisaetus cirrhatus* Gmelin, 1788) is a bird that is protected by law - Law in Indonesia, but the status did not reduce the threat to these birds. Changeable hawk-eagle are often hunted to be sold and used as pets. Changeable hawk-eagle that has long been used as a pet just can not be released into nature because it has lost its wild nature. Therefore, the release of the eagle back to nature do the rehabilitation program. If the release eligibility standards have been met, then the eagle reintroduction and monitoring the behavior of the eagles. Indicators are important for the observed behavior is the behavior of flying. The results of the monitoring conducted some development in flight behavior from this eagle. This can be seen from the eagle's ability to do some maneuver like soaring and diving which previously never done before at the time when the eagle was rehabilitated. The development of flight behavior also accompanied by an increase in cruising range and home range of the eagle. The farthest cruising range is 1.265 m from the release point and the widest home range area is 15.4 hectares.

Keywords : Changeable hawk-eagle, flight behavior, home range

Pendahuluan

Elang Brontok (*Nisaetus cirrhatus* Gmelin, 1788) merupakan spesies burung pemangsa (raptor) yang tergolong sebagai pemangsa puncak (*top predator*) di dalam siklus rantai makanan suatu ekosistem. Elang ini memiliki peran dalam mengatur populasi satwa liar yang menjadi mangsanya [1]. Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan Elang Brontok di alam penting dalam menjaga kestabilan ekosistem. Fungsi ekologis inilah yang menyebabkan Elang Brontok perlu dilindungi dari ancaman kepunahan, sehingga pemerintah Republik Indonesia menetapkan spesies burung pemangsa dari suku *Accipitridae*, *Falconidae*, *Pandionidae*, dan beberapa spesies burung dalam suku *Strigidae* dilindungi oleh Undang – Undang No. 5 Tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya serta Peraturan Pemerintah No. 7 Tahun 1999 mengenai Pengawetan Spesies Tumbuhan dan Satwa Liar. Meskipun demikian, status perlindungan yang dimiliki oleh Elang Brontok tidak sepenuhnya mampu menghentikan ancaman terhadap burung ini. Ancaman utama terhadap burung elang antara lain berupa, degradasi habitat, perburuan liar, perdagangan satwa secara ilegal, serta dijadikannya burung elang ini sebagai satwa peliharaan [2][3].

Tingginya aktivitas perdagangan dan permintaan untuk menjadikan Elang Brontok sebagai peliharaan dapat menyebabkan perubahan perilaku dari burung ini. Elang Brontok yang telah dipelihara oleh manusia tidak bisa langsung dilepaskan ke alam karena perilaku liarnya telah hilang dan dikhawatirkan tidak mampu bertahan hidup. Salah satu upaya untuk memulihkan kembali perilaku liar dari elang yang telah dipelihara oleh manusia adalah dengan kegiatan rehabilitasi [4]. Tujuan dari program ini adalah agar elang yang telah direhabilitasi dapat dilepasliarkan dan mampu bertahan hidup serta berkembang biak di alam. Indikator keberhasilan pelepasliaran pada tahap awal diduga terkait dengan perkembangan perilaku dan aktivitas harian dari burung elang tersebut. Adapun perilaku yang penting untuk diamati pasca pelepasliaran adalah perilaku terbang, karena perilaku ini sangat penting untuk analisis ekologi burung pemangsa [5].

Perilaku terbang dari elang hasil rehabilitasi ini diperkirakan akan mengalami perkembangan, hal ini dapat dilihat dari manuver-manuver yang dilakukan elang pada saat terbang. Diduga akan ada perbedaan perilaku terbang pada saat elang berada di kandang rehabilitasi dan pasca pelepasliaran. Selain itu, perkembangan perilaku terbang akan berdampak pada pertambahan daya jelajah dan daerah jelajah elang. Seperti diketahui, bahwa elang merupakan salah satu hewan yang memiliki daerah jelajah atau daerah teritorial.

Dari pemaparan di atas maka maksud dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengumpulkan data mengenai Elang Brontok setelah pelepasliaran. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui perkembangan perilaku terbang Elang Brontok dan pertambahan jarak terbang serta daerah jelajah (*homerange*) Elang Brontok setelah pelepasliaran.

Bahan dan Metode

Metode yang dilakukan untuk penelitian ini adalah metode observasi dengan melakukan pengamatan secara langsung terhadap objek. Pengambilan data perilaku dilakukan dengan teknik *ad-libitum* [6]. Durasi waktu perilaku yang dilakukan oleh Elang Brontok juga dicatat. Penggunaan teknik *ad-libitum* dilakukan dengan maksud untuk mengumpulkan data perilaku sebanyak – banyaknya dengan waktu perjumpaan yang tidak terduga dengan objek penelitian. Pengamatan dilakukan setiap harinya dimulai pada pukul 06.00 s/d 18.00 WIB selama 28 hari. Pemilihan waktu 28 hari ini diambil berdasarkan pertimbangan bahwa minggu awal tahap pelepasliaran adalah periode kritis bagi elang karena pada periode ini akan terlihat apakah elang akan mampu beradaptasi dengan lingkungan barunya atau tidak. Durasi waktu perilaku Elang Brontok di lokasi penelitian dihitung sejak dimulainya suatu perilaku sampai berganti ke perilaku lainnya [7].

Untuk pengukuran jarak terbang diukur dengan cara menghubungkan titik – titik tempat keberadaan elang yang ditemukan di lokasi penelitian selama pengamatan dengan posisi lokasi

pelepasliaran. Untuk memudahkan penghitungan dan menghindari bias yang besar maka penghitungan dibantu dengan menggunakan *software Google Earth 7.1.5* sedangkan untuk perkiraan daya jelajah elang dilakukan dengan cara menghubungkan titik – titik terluar yang berhasil ditemukan selama pengamatan, kemudian luas daerah yang berada di dalamnya diukur. Untuk memudahkan pengukuran dan memetakan daerah jelajah elang juga untuk menghindari bias dalam penghitungan maka digunakan *software Quantum GIS PISA 2.10* dan *Google Earth Pro 7.1.5*.

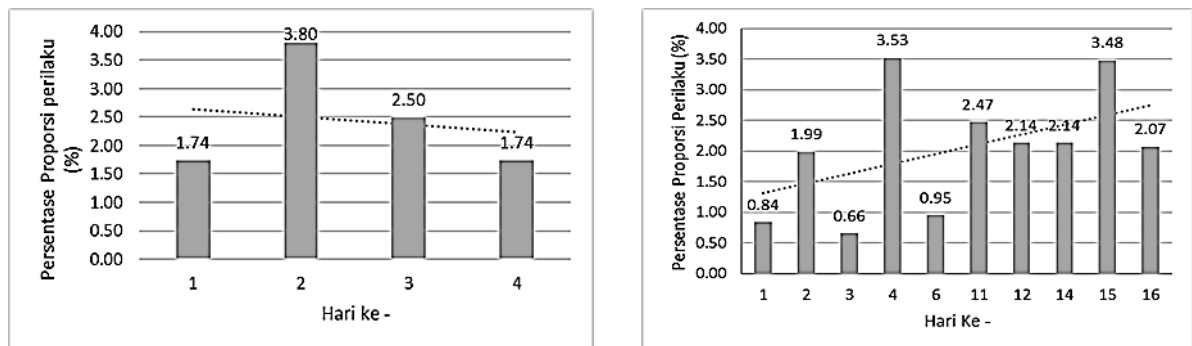
Hasil

Perilaku Terbang Dan Perkembangannya

Walaupun Elang Brontok sudah lebih 14 tahun hidup dikandang, akan tetapi setelah di lepas ke alam ternyata sulit dijumpai. Waktu pengamatan selama 1 bulan, jumlah waktu perjumpaan dengan elang hanya sebanyak 10 hari. Namun demikian, berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan data perilaku terbang sebagai berikut (Tabel 1) :

Tabel 1 Perilaku terbang sebelum dan setelah pelepasliaran	
Perilaku Terbang Sebelum Pelepasliaran	Perilaku Terbang Setelah Pelepasliaran
Terbang meluncur	Terbang meluncur
Terbang mengepakkan sayap	Terbang mengepakkan sayap
Terbang memburu mangsa	Terbang memburu mangsa
Terbang membawa mangsa	Terbang melingkar – lingkaran (<i>Soaring</i>)
	Terbang membawa mangsa
	Terbang menukik

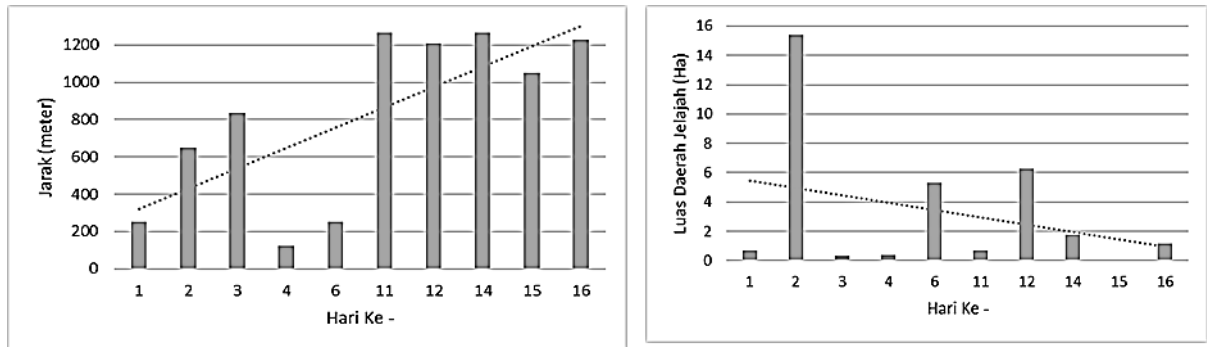
Selain dari variasi perilaku, perkembangan perilaku terbang dari Elang Brontok, tampak proporsi perilaku terbang seperti pada Gambar 1.



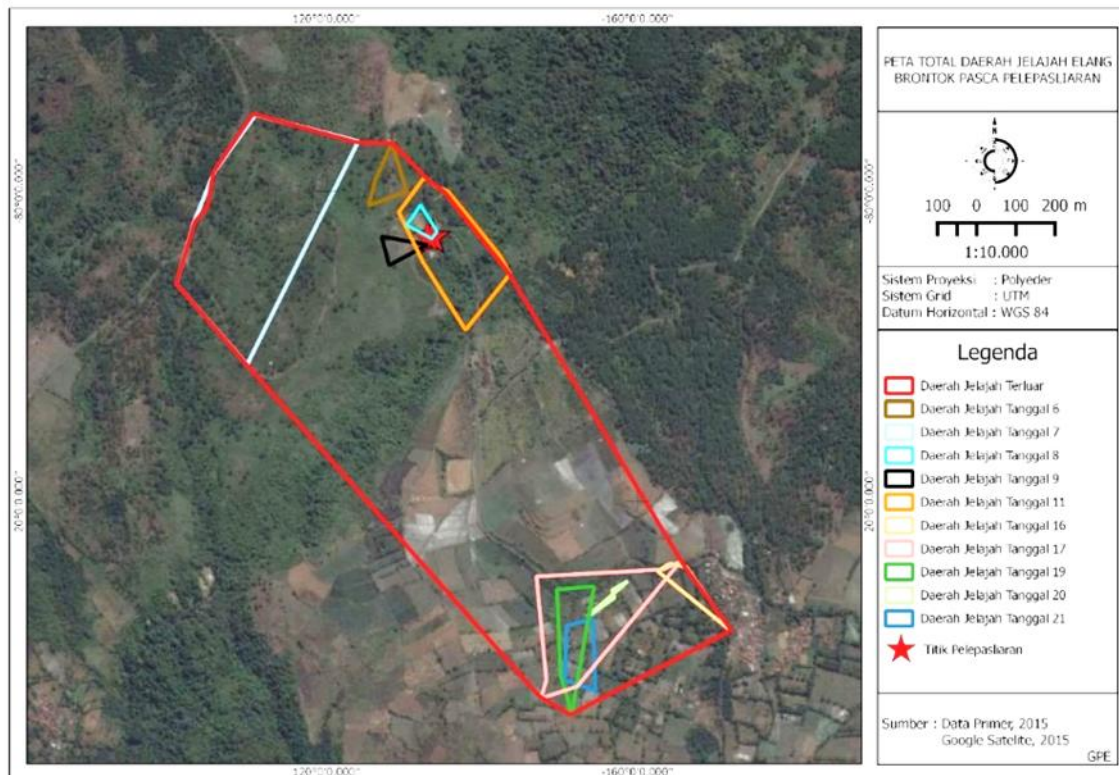
Gambar 1. Perilaku terbang elang. Sebelum pelepasliaran pada saat rehabilitasi (gambar kiri); setelah pelepasliaran (gambar kanan)

Perkiraan Jarak Terbang dan Daerah Jelajah (*Homerange*)

Perkiraan luas daerah jelajah dan jarak terbang dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2. Perubahan jarak terbang (gambar kiri); Perkiraan luas daerah jelajah (gambar kanan) elang setelah pelepasliaran.



Gambar 3. Perkiraan perkembangan luas daerah jelajah per hari dan luas daerah jelajah pada bulan pertama pelepasliaran

Pembahasan

Perilaku Terbang dan Perkembangannya

Dari pengamatan yang dilakukan terdapat variasi perilaku terbang yang dilakukan Elang Brontok sebelum dan sesudah pelepasliaran. Terlihat pada Tabel 1 sebelum pelepasliaran elang hanya melakukan empat variasi perilaku terbang sedangkan setelah pelepasliaran elang dapat melakukan enam variasi perilaku terbang. Perbedaan ini kemungkinan besar disebabkan oleh ketersediaan ruang untuk terbang bagi elang. Sebelum pelepasliaran (rehabilitasi) elang tidak mampu melakukan banyak pergerakan karena berada di dalam kandang sedangkan setelah pelepasliaran elang memiliki ruang pergerakan yang luas sehingga mampu melakukan beberapa variasi terbang seperti terbang melingkar – lingkaran (*soaring*) dan terbang menukik.

Terbang *soaring* teramati dilakukan oleh elang pada minggu pertama dan kedua setelah dilepasliarkan. Namun, ketinggian terbang dari elang ini masih rendah dan tidak stabil hal ini dikarenakan elang masih melakukan adaptasi dengan lingkungan sekitarnya. Meskipun demikian, perilaku terbang *soaring* yang dilakukan oleh elang menunjukkan bahwa elang sudah mampu mempertahankan ketinggian terbangnya selama beberapa saat walaupun ketinggian terbangnya masih rendah. Perilaku terbang *soaring* yang dilakukan oleh elang ini juga menunjukkan bahwa elang telah mampu memanfaatkan udara panas untuk mengangkat tubuhnya. Udara panas membantu mengangkat tubuh elang dan membantu elang melawan gaya gravitasi secara lebih baik [8]. Perilaku *soaring* juga menunjukkan bahwa elang ini telah mampu memanfaatkan turbulensi udara atau naiknya udara panas dengan hanya merentangkan sayapnya sehingga ia dapat terbang berputar secara perlahan [9].

Terbang menukik dilakukan oleh elang pada minggu kedua setelah pelepasliaran. Terbang menukik teramati dilakukan oleh elang dengan dua cara yaitu terbang menukik dari atas pohon dan terbang menukik ketika elang sedang melakukan *soaring*. Perilaku ini teramati dilakukan oleh elang pada saat elang akan menangkap mangsa. Selain pada saat menangkap mangsa perilaku terbang menukik juga dilakukan oleh elang pada saat elang diserang oleh individu lain.

Seperti terlihat pada Gambar 1 terjadi perubahan pada proporsi perilaku bergerak setelah pelepasliaran dan sebelum pelepasliaran. Meski terlihat fluktuatif pada periode sebelum pelepasliaran proporsi perilaku elang secara umum mengalami penurunan sedangkan pada periode setelah pelepasliaran justru mengalami peningkatan. Hal ini diduga karena terbatasnya ruang bergerak elang pada saat di kandang rehabilitasi sehingga elang tidak banyak melakukan pergerakan. Selain itu, masih kurang baiknya kemampuan terbang dari elang ini diduga karena elang terlalu lama hidup di dalam kandang [9]. Panjangnya masa penangkaran akan mengurangi keberhasilan pelepasliaran pada beberapa spesies burung, karena akan menyebabkan burung tersebut toleran terhadap manusia dan mengurangi kemampuan terbang dan respon pada keberadaan mangsa alami [10].

Perkiraan Jarak Terbang dan Daerah Jelajah (*Homerange*)

Perkiraan luas daerah jelajah dan perubahan jarak terbang dianggap sebagai bagian dari perkembangan perilaku terbang. Perkembangan kemampuan terbang dari elang dapat dilihat dari seberapa besar luas daerah jelajah dan perubahan jarak terbang elang. Dari gambar 2 terlihat bahwa jarak terbang elang dari hari ke harinya secara umum mengalami peningkatan. Jarak terbang elang yang terjauh dari titik pelepasliaran adalah 1.265 m atau 1,265 km ini terjadi pada hari ke-14 setelah pelepasliaran sedangkan jarak terbang elang yang terdekat dari titik pelepasliaran adalah 123 m ini terjadi pada hari ke-4 setelah pelepasliaran. Peningkatan yang terjadi ini kemungkinan besar dikarenakan elang telah mampu beradaptasi dengan lingkungan barunya sehingga elang terus melakukan penjelajahan ke areal baru [9]. Selain kemampuan adaptasinya yang telah meningkat, penambahan jarak terbang dari elang juga dipengaruhi oleh kemampuan terbang elang. Pada periode awal pelepasliaran elang teramati hanya terbang dengan jarak yang pendek – pendek, namun kemudian setelah memasuki minggu kedua dan ketiga pasca pelepasliaran elang teramati melakukan terbang *soaring* dan terbang meluncur dengan jarak yang lebih jauh.

Pada Gambar 2&3 terlihat bahwa secara umum luas daerah jelajah elang dari hari ke harinya cenderung mengalami penurunan. Luas daerah jelajah terbesar adalah pada hari ke-2 setelah pelepasliaran yaitu sebesar 15,4 Ha sedangkan daerah jelajah terkecil adalah pada hari ke-15 setelah pelepasliaran yaitu sebesar 0,01 Ha. Kemungkinan besar penurunan ini terjadi akibat

persaingan antara elang ini dengan Elang Brontok liar yang ada di lokasi penelitian. Terjadinya persaingan antara elang ini dengan Elang Brontok liar diduga karena Elang Brontok liar berusaha untuk mempertahankan daerah teritorial dan daerah jelajahnya [9]. Elang yang baru di lepasliarkan tidak banyak melakukan perlawanan terhadap serangan Elang Brontok liar terhadap dirinya sehingga elang ini semakin tersudut dan berakibat pada menyempitnya luas daerah jelajah elang ini.

Total luas daerah jelajah elang diukur berdasarkan titik jelajah terjauh yang diperoleh dari keberadaan elang pada setiap waktu kontak. Setiap titik jelajah terjauh dihubungkan kemudian didapatkan total luas daerah jelajah elang dari seluruh waktu kontak dengan elang. Berdasarkan hasil pengukuran tersebut didapatkan total luas daerah jelajah seluas 97,9 Ha atau seluas 979.000 m² (Gambar 3). Hasil pengukuran total luas daerah jelajah tersebut bisa saja lebih kecil atau lebih besar dari ukuran sebenarnya. Hal ini berkaitan dengan faktor keterbatasan pengamatan terutama dalam mendeteksi keberadaan elang di lokasi yang diperkirakan menjadi lokasi kemunculan elang dan kesulitan dalam mengikuti seluruh kegiatan penjelajahan yang dilakukan oleh elang [9]. Hingga akhir waktu pengamatan masih belum bisa ditentukan apakah daerah jelajah yang terpetakan adalah daerah teritorial elang atau daerah jelajah permanen elang. Total daerah jelajah yang didapat dari hasil penelitian ini diperkirakan masih dapat berubah karena persaingan elang ini dengan Elang Brontok liar di lokasi penelitian.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh staff Pusat Konservasi Elang Kamojang dan juga Balai Besar Konservasi Sumber Daya Alam Jawa Barat atas segala bantuan yang telah diberikan pada saat pengambilan data untuk penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Widodo T. 2004. Populasi Dan Wilayah Jelajah Elang Jawa (*Spizaetus bartelsi* Stresemann, 1924) Di Gunung Kendeng Resort Cikaniki Taman Nasional Gunung Halimun. *Skripsi*. Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [2] Balen S. 1998. Tropical forest raptors in Indonesia: recent information on distribution, status, and conservation. *Journal of Raptor Research*. 32(1):56-63.
- [3] BirdLife International. 2004. *Menyelamatkan Burung-Burung Asia yang Terancam Punah: Panduan untuk pemerintah dan Masyarakat Madani*. Birdlife International (69). Cambridge (UK).
- [4] Savitri WR. 2014. Identifikasi Faktor Penentu Keberhasilan Pelepasliaran Elang Ular Bido (*Spilornis cheela* Latham, 1790) Di Cagar Alam Takokak. *Skripsi*. Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan Dan Ekowisata. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [5] Prawiradilaga D, Tatsuyoshi M, Anwar M, Takehiko I, Kuswandono, Adam AS, Desi E, M. Yayat A, Hapsoro, Toshiki O, Noriaki S. 2003. *Panduan Survei Lapangan dan Pemantauan Burung – Burung Pemangsa*. Biodiversity Conservation Project – JICA. Bogor.
- [6] Altmann J. 1974. *Observational Study Of Behavior : Sampling Methods*. Alle Laboratory of Animal Behavior. University Of Chicago. Chicago.
- [7] Rahmat A. 2007. Penggunaan Formasi Vegetasi Oleh Jalak Putih (*Sturnus melanopterus*, Daudin, 1800) Di Cagar Alam Pulau Dua, Teluk Banten, Propinsi Banten. *Skripsi*. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Padjadjaran. Jatinangor.

- [8] Singer HA. 2000. Aspek Aktivitas Anak Elang Jawa (*Spizaetus Bartelsi*, Stresseman, 1924) Pada Umur 8 – 30 Minggu Di Kawasan Cagar Alam Gunung Tangkuban Parahu. *Skripsi*. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Padjadjaran. Jatinangor.
- [9] Endah GP. 2015. Perilaku Elang Brontok (*Nisaetus cirrhatus* Gmelin, 1788) Pasca Pelepasliaran Di Cagar Alam Dan Taman Wisata Alam Kamojang Garut Provinsi Jawa Barat. *Skripsi*. Program Studi Sarjana Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Padjadjaran. Jatinangor.
- [10] Zsivanovits PH, Forbes NA. 2004. Suggestions to Optimize Recovery and Release While Minimizing the Disease Risks Associated with Raptor Rehabilitation. *J. Wildlife Rehab*, 27(2):4-14.

EK-26

Etnozoologi Trenggiling Pada Masyarakat Desa Karangwangi, Kecamatan Cidaun, Cianjur, Jawa Barat

Irina Anindya Mustikasari ^{1,a)} dan Ruhyat Partasasmita¹⁾

¹*Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran*

^{a)}*irinaanindyam@gmail.com*

Abstrak. Indonesia dikenal sebagai negara megabiodiversitas dan menjadi pusat perhatian dunia salah satunya karena keanekaan mamalia. Jenis mamalia yang memiliki daya tarik tinggi adalah Trenggiling. Trenggiling berperan secara ekologi untuk keseimbangan ekosistem, tetapi sering dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai bahan obat tradisional, sehingga menjadi buruan pasar internasional. Hal ini sebagai salah satu penyebab terjadi penurunan populasi Trenggiling di alam, namun di beberapa tempat seperti di Cagar Alam Bojonglarang Jayanti, Cianjur masih ditemukan. Oleh karena itu diperlukan kajian terhadap Trenggiling. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang pengetahuan masyarakat lokal di desa Karangwangi mengenai Trenggiling, peranan, dan manfaatnya. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kombinasi kualitatif dan kuantitatif dengan analisis deskriptif dan statistik. Teknik pengumpulan data kualitatif dengan wawancara semistruktur dan kajian pustaka, sedangkan teknik pengumpulan data kuantitatif dengan wawancara terstruktur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa masyarakat desa Karangwangi mengetahui karakteristik dari Trenggiling yaitu memiliki warna tubuh hitam, abu-abu sampai putih; bersisik; nokturnal; memiliki panjang tubuh mencapai 80 cm dengan berat mencapai 12 kg; tidak memiliki gigi; memakan semut dan rayap; dan dapat ditemukan di sekitar lereng gua, tanah dan pohon. Selain itu masyarakat mengetahui peranan Trenggiling di alam sebagai pembasmi hama, lalu peranan secara ekonomi sebagai mata pencaharian, dan peranan sosial budaya sebagai cerita mitos. Juga masyarakat di desa Karangwangi memanfaatkan Trenggiling sebagai obat penyakit kulit dan asma, makanan, kerajinan, dan sebagai mata pencaharian.

Kata Kunci: Trenggiling, Etnozoologi, Masyarakat Lokal, Desa Karangwangi

Abstract. Indonesia is known as a country megabiodiversitas and became the center of world attention, partly because of the diversity of mammals. Species of mammals that have high appeal pangolin. Pangolin ecological role for the balance of the ecosystem, but is often used by people as a traditional medicine, so be hunted international markets. It is as one cause of the decline of pangolin populations in nature, but in some places such as in the Nature Bojonglarang Jayanti, Cianjur still found. Therefore, it is necessary to study the pangolin in this area. This study aimed to obtain information on local knowledge in the village Karangwangi the anteater, the role and benefits. It is therefore necessary to study etnozoologi pangolin in the local people in the Karangwangi village. The method used is a combination of qualitative and quantitative methods in with descriptive analysis and simple statistics analysis. Qualitative data collection techniques used semi-structured interviews and literature review, while the quantitative data collection techniques used structured interview. The results showed that the Karangwangi villagers know the

characteristics of pangolin which has a black body color to gray; scaly; nocturnal animals; has a body length up to 80 cm and weigh up to 12 kg; no teeth; anteaters; and can be found around the slopes, caves, soil and trees. In addition, people know the role of pangolins in nature as pest control, economic role as a livelihood, and social role of culture as a myth. Karangwangi Villagers used pangolin as medicine of skin diseases and asthma medicine, food, and crafts.

Keywords: Pangolin, Etnozoologi, Local people, Karangwangi village

Pendahuluan

Satwa liar banyak berperan dalam layanan ekosistem melalui fungsional sebagai salah satu komponen rantai dari kehidupan. Namun keberadaan satwa tersebut semakin menurun di alam, diantaranya satwa liar Trenggiling. Penurunan tersebut lebih banyak disebabkan oleh karena pemburuan secara ilegal. Peningkatan pemburuan Trenggiling disebabkan karena sebagian kalangan menyakini bahwa Trenggiling dapat dijadikan obat. Sebagai contoh, masyarakat di pedesaan atau pedalaman di Kalimantan Timur mempercayai bahwa Trenggiling dapat dijadikan obat kuat [1], bagian sisik dan dagingnya dijadikan penawar penyakit tertentu oleh masyarakat China [2][3].

Selain itu, Trenggiling memiliki nilai yang tinggi secara sosial, budaya, dan ekonomi, Trenggiling juga dimanfaatkan sebagai bahan ritual budaya atau kepercayaan [4][5]. Tingginya potensi dari Trenggiling ini, menarik masyarakat pedesaan untuk memanfaatkannya. Saat ini, status keberadaan Trenggiling di beberapa hutan di Jawa Barat menurun diantaranya di Daerah Cisoka [6] karena diburu dan dijual ke daerah Bandung. Pada umumnya, pemanfaatan Trenggiling dilakukan tidak memperhatikan status jumlah individu yang tersedia di alam. Akan tetapi lebih mementingkan sisi nilai ekonomi yang tinggi sehingga dapat menunjang pemenuhan kebutuhan keluarga. Peningkatan nilai jual ini berdampak pada perburuan yang sulit dikendalikan [7], sehingga menyebabkan di beberapa tempat menjadi sulit ditemukan, bahkan dinyatakan punah secara lokal.

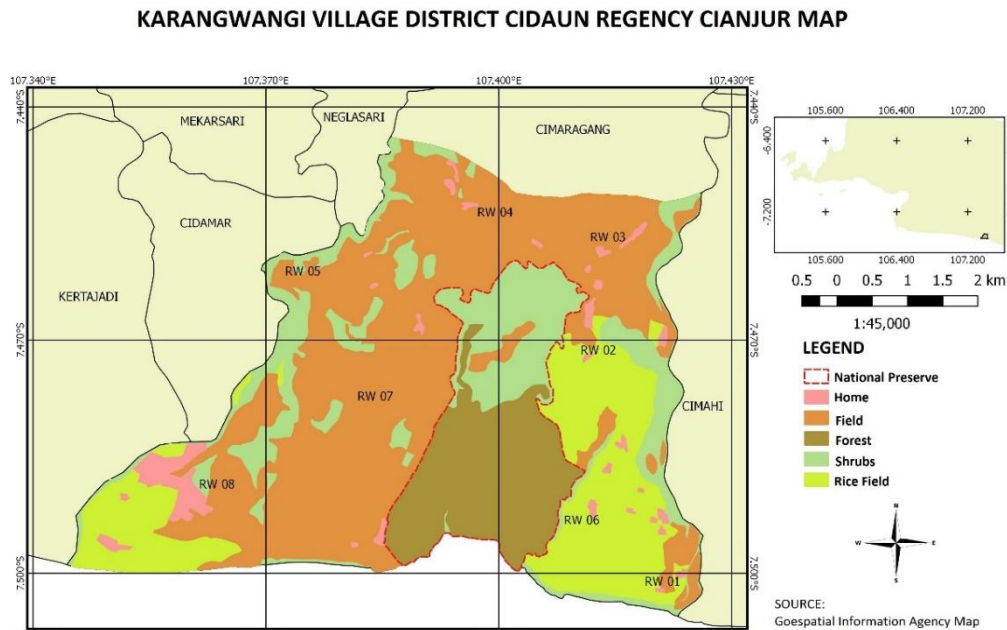
Walaupun demikian, di beberapa tempat yang berstatus konservasi seperti hutan produksi tersisa yang dikategorikan HVCF (High Value Conservation Forest) di daerah Cisoka [6] dan di Cagar Alam (CA) Bojonglarang Jayanti, populasi Trenggiling masih dijumpai [5][8]. Keberadaan Trenggiling dapat diketahui dari beberapa gua bekas tempat bersarangnya seperti di Hutan dataran rendah Cagar Alam (CA) Bojonglarang Jayanti. Namun sekarang, walaupun lokasi Cagar Alam (CA) Bojonglarang Jayanti sebagai kawasan konservasi. Akan tetapi, keberadaan Trenggiling semakin sulit dijumpai. Hal ini diduga terjadi pemburuan oleh masyarakat sekitar atau yang sengaja mencari Trenggiling untuk bahan obat atau ritual kepercayaan. Dari informasi ini, masyarakat desa Karangwangi dapat dianggap memiliki pengetahuan lokal mengenai Trenggiling. Mengingat pentingnya status keberadaan hayati Trenggiling di ekosistem, dan disisi lain meningkatkan informasi manfaat Trenggiling untuk bahan obat, makanan dan asesoris kecantikan, maka perlu digali pengetahuan lokal masyarakat mengenai Trenggiling di sekitar kawasan yang ditemukan hewan tersebut seperti di Desa Karangwangi yang berbatasan dengan Cagar Alam (CA) Bojonglarang Jayanti.

Metode

Lokasi penelitian

Penelitian ini dilakukan di Desa Karangwangi, Kecamatan Cidaun, Kabupaten Cianjur, Provinsi Jawa Barat pada bulan Mei dan September 2015. Secara geografis, wilayah studi, Desa Karangwangi terletak di antara 7°25'-7°30' S dan 107°23'-107°25' E. Secara administratif, desa ini milik Kecamatan (kecamatan) dari Cidaun, Kabupaten (kabupaten) Cianjur, Provinsi (propinsi) Jawa Barat, Indonesia. Lokasi Karangwangi adalah sekitar 120 km dari kota Bandung dan sekitar 70 km dari kota Cianjur. Untuk mencapai daerah ini dengan kendaraan

membutuhkan waktu tempuh 5-6 jam dari Bandung dan sekitar 3-4 jam dari Cianjur. Karangwangi Desa adalah daerah terpencil relatif terletak di dekat pantai selatan Samudera Hindia. Desa ini berbatasan langsung dengan kawasan konservasi alam dari Bojonglarang Jayanti Natural Reserve. Perbatasan utara Cimaragang Village, memperluas timur ke Garut, dan barat ke Desa Cidamar. Batas selatan adalah Samudera Hindia. Mata pencaharian yang paling umum dari orang-orang Karangwangi dicatat sebagai petani subsisten. Lokasi geografis memfasilitasi pengembangan sektor pertanian. Aproximately 2.000 hektar Jenis penggunaan lahan di Desa Karangwangi tercatat sebagai tadah hujan lahan pertanian (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi penelitian, Karangwangi Desa, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat, Indonesia

Tata kerja

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kombinasi kualitatif dan kuantitatif. Teknik pengumpulan data kualitatif dengan wawancara semistruktur dan studi literatur. Penentuan informan dilakukan dengan menggunakan metode *snowball sampling*, yaitu dilakukan dengan bantuan informan kunci yang berkembang sesuai petunjuk. Informan kunci diawali dari kepala desa, dukun, dan pemburu. Data yang didapatkan mencakup deskripsi, peranan, dan manfaat Trenggiling yang dipaparkan dalam panduan wawancara. Teknik pengumpulan data kuantitatif dengan wawancara terstruktur. Studi literatur digunakan untuk melengkapi dan membandingkan hasil lapangan. Dan data kuantitatif ini digunakan sebagai data pendukung. Jumlah responden ditentukan dengan rumus Lynch, yaitu sebagai berikut:

$$nt = \frac{Nt \cdot Z^2 \cdot P \cdot (1 - P)}{Nt \cdot d^2 \cdot Z^2 \cdot P \cdot (1 - P)}$$

Keterangan :

Nt : Jumlah total sampel

NT : Jumlah total populasi

Z : Nilai variable normal (1.96)

P : Proporsi kemungkinan terbesar (0.50)

d : Sesatan sampling (0.10)

Sehingga didapat 91 responden dari 2.141 KK. Pemilihan responden dilakukan dengan teknik *simple random sampling*.

Data kualitatif yang didapat dari hasil wawancara dan studi literatur dianalisis secara deskriptif. Data hasil wawancara dicek dengan teknik triangulasi, yaitu perbandingan terhadap data yang telah diperoleh dari beberapa sumber. Data kuantitatif dianalisis dengan statistik sederhana menggunakan excel dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentase (\%)} = \frac{\text{Jumlah sampel yang didapat}}{\text{Jumlah seluruh sampel}} \times 100$$

Selanjutnya dilakukan analisis deskriptif.

Hasil dan Pembahasan

Pengetahuan Masyarakat mengenai Deskripsi Trenggiling

Masyarakat desa Karangwangi mengetahui Trenggiling dengan nama *peusing*. *Peusing* berasal dari kata “bau peusing” yang memiliki arti bau air seni. Nama lokal ini berasal dari bau yang dikeluarkan Trenggiling ketika dalam bahaya. Trenggiling sendiri dapat mengeluarkan bau busuk yang berasal dari zat yang dihasilkan oleh kelenjar dekat anus [9]. Sekitar 92,31 % masyarakat desa Karangwangi mengetahui keberadaan Trenggiling di desa Karangwangi, khususnya kawasan Cagar Alam. Pengetahuan masyarakat mengenai Trenggiling cukup luas, tidak hanya sekedar mengenal Trenggiling ini masyarakat desa Karangwangi, tetapi sudah dapat mendeskripsikan morfologi Trenggiling secara rinci.

Trenggiling memiliki ciri khas sisik pada tubuhnya kecuali bagian perut dan beberapa bagian wajah. Informan kunci menggambarkan warna dari sisik Trenggiling dengan warna abu-abu. Sekitar 16,48% responden yang menjawab warna abu-abu, warna hitam adalah warna yang dominan dijawab oleh response sekitar 41,76%. Di sela-sela sisik Trenggiling terdapat rambut-rambut yang jarang, dan muncul rambut di bagian perut.

Trenggiling diperkirakan memiliki bobot tubuh mencapai 12 kg. Berat ini melebihi berat Trenggiling bobot tubuh Trenggiling yang berada di penangkaran di Sumatra berkisar 2-5,5 kg [10]. Dilihat dari hal ini, kemungkinan Trenggiling yang berada di desa Karangwangi ini lebih besar dibandingkan dengan Trenggiling di Sumatra dan di Kalimantan. Trenggiling juga memiliki panjang hingga 80 cm. Panjangnya ini dilihat dari moncong hingga ekor. Tidak begitu berbeda dengan panjang Trenggiling pada umumnya yang memiliki rata-rata panjang tubuh 83,50 cm [11]. Informan menjelaskan bahwa Trenggiling dapat berlari cepat hanya dengan dua kakinya. Pada umumnya Trenggiling memang berjalan dengan empat kakinya, namun bila Trenggiling berjalan cepat maka ia akan menggunakan dua kakinya yang dibantu dengan gerakan ekornya [9]. Ciri lain dari satwa khas ini yang dikatakan informan adalah tidak adanya gigi. Trenggiling tidak memiliki gigi, untuk menggantikan fungsi gigi, Trenggiling sering memakan kerikil atau pasir untuk melumatkan makanannya [12].

Menurut masyarakat Karangwangi, Trenggiling dapat ditemukan pada malam hari, karena ketika siang hari Trenggiling tidur di tempat-tempat tertentu seperti di lubang-lubang yang berada di Cagar Alam Bojonglarang Jayanti. Hal ini karena Trenggiling merupakan hewan nokturnal, yaitu hewan yang melakukan aktivitas seperti makan dan bergerak di malam hari, dan istirahat atau tidak pada siang hari [13].

Berdasarkan hasil wawancara, di dalam hutan Trenggiling dapat ditemukan di sekitar lereng yang berlubang, gua, di dalam tanah, di bawah pohon, dan terkadang di atas pohon.

Trenggiling yang beraktivitas tidur sepanjang hari biasa ditemukan di dalam lubang-lubang yang dibuat sendiri di tanah atau berada pada cabang dan batang di atas pohon. Dan pada malam hari mulai keluar dari lubangnya untuk mencari makan. Tempat mencari makan ini berada di sekitar rumput pohon-pohon dan semak-semak, di bawah serasah, di pohon atau ranting dan cabang yang jatuh, tunggul mati, dan dalam sarang rayap [14].

Lereng yang berlubang dan gua di Cagar Alam Bojonglarang Jayanti digunakan sebagai sarang biasanya merupakan sarang yang sudah ada sebelumnya dan ditinggalkan oleh penghuni sebelumnya, contohnya adalah sarang bekas landak (*Hystrix brachyura*). Selain membuat sarang di lereng berlubang dan gua, Trenggiling dapat bersarang di atas pohon tanpa harus membuatnya terlebih dahulu. Adapun pohon yang biasanya digunakan oleh Trenggiling atau yang sering informan temui untuk mencari Trenggiling, yaitu kiara bunut (*Ficus* sp.), ki koneng (*Arcangelesia flava*), bambu gembong (*Schizostachyum* sp.), dan ki tamiang (*Carallia brachiata*). Lain halnya dengan Trenggiling yang berada di Singapura, Trenggiling jantan dewasa menggunakan alang-alang (*Imperata cylindrica*) atau batang pohon yang tinggi (tidak dipublikasikan) untuk beristirahat [15].

Berkaitan dengan sumber makanan, informan memaparkan bahwa Trenggiling hanya mengonsumsi *sireum* (semut) dan *rinyuh* (rayap). Trenggiling akan mencari sarang semut dan rayap dan setelah menemukannya, Trenggiling akan menjulurkan lidahnya ke dalam sarang tersebut sebagai umpan, kemudian semut dan rayap tersebut dimakan. Di penangkaran pun, Trenggiling yang diberi pakan campuran dedak, jagung halus, dan kroto (telur semut) akan mengonsumsi kroto terlebih dahulu dan apabila kroto sudah mulai berkurang, Trenggiling tidak akan mengkonsumsinya lagi [16].

Peranan Trenggiling

Beberapa informan menjelaskan mengenai peran Trenggiling di alam adalah sebagai penjaga hutan dan pengendali hama. Namun peran tersebut semakin terkikis karena semakin berkurangnya jumlah Trenggiling di alam. Trenggiling disebut sebagai penjaga hutan karena adanya mitos yang berkembang di masyarakat, sehingga keadaan hutan terpelihara. Peranan Trenggiling secara ekonomi sangat tinggi dan sangat berkaitan dengan pemanfaatannya oleh masyarakat sebagai mata pencaharian [5]. Tingginya peranan Trenggiling secara ekonomi mengakibatkan terjadinya alih peran Trenggiling di alam. Dalam ekonomi internasional, kebutuhan Trenggiling terus meningkat terutama Negara Cina dan Vietnam [17]. Di desa Karangwangi sendiri satu Trenggiling dihargai Rp 200.000 - 800.000. Tentulah masyarakat tergiur dengan penghasilan tersebut. Namun, di desa Karangwangi hanya sebagian kecil saja yang merasakan nilai tersebut, dan rata-rata yang melakukan perburuan tersebut adalah pendatang yang menetap di desa Karangwangi dan orang asli yang pernah tinggal di luar kota dan kemudian menetap kembali di desa Karangwangi.

Informan kunci menjelaskan kurangnya peranan Trenggiling secara sosial budaya di desa Karangwangi. Diketahui bahwa desa Karangwangi merupakan desa pemekaran dari desa Cidaun, dan umumnya masyarakat yang menempati desa Karangwangi bukanlah masyarakat asli. Dan sekarang ini sudah banyak pendatang-pendatang baru dan masyarakat yang pindah dari desa Karangwangi ke luar. Sehingga peranan Trenggiling secara sosial budaya kurang berkembang. Tetapi masih ada cerita rakyat dan mitos yang berkembang mengenai Trenggiling hingga saat ini. Mitos mengenai Trenggiling cukup beragam yang berkembang di desa Karangwangi ini. Salah satu mitos yang diyakini oleh masyarakat asli di Karangwangi adalah “akan terjadi musibah pada seseorang yang menangkap Trenggiling”. Masyarakat di desa

Karangwangi pada jaman dulu percaya bahwa apabila ada seorang petani atau pengusaha yang menangkap Trenggiling, maka pertaniannya akan gagal dan perusahaannya akan bangkrut. Mitos tersebut tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan pengetahuan masyarakat sekitar hutan Gowek di Cisokan yang mempercayainya tentang mitos Trenggiling [6].

Mitos lainnya adalah kekuatan Trenggiling yang mampu menarik tiga orang sekaligus. Berdasarkan pengalaman para informan, terdapat cerita mengenai Trenggiling yang diikat pada "lisung", dimaksudkan untuk disembelih. Tiba-tiba Trenggiling dan "lisung" tersebut menghilang. Dan ternyata "lisung" tersebut terbawa oleh Trenggiling yang sedang berusaha untuk kabur. Pada kenyataannya mitos ini benar adanya. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, bahwa Trenggiling memiliki ekor yang tersusun atas otot-otot yang kuat yang mampu membantu Trenggiling berlari cepat.

Mitos ketiga adalah mengenai penyembelihan Trenggiling. Jika seseorang akan menyembelih Trenggiling, maka pada saat menyembelih lidah harus dikeluarkan. Karena ketika menyembelih lidah tidak keluar maka Trenggiling tidak akan mati. Secara etik belum ditemukan jawabannya. Lalu mitos keempat adalah mengenai keberadaan Trenggiling. Dikatakan bahwa keberadaan Trenggiling dapat dilihat dari penanggalan. Pada tanggal ganjil, Trenggiling akan berada di atas (di atas pohon), sedangkan pada tanggal genap akan berada dibawah (di tanah). Secara etik pun, mitos ini belum dapat dijabarkan. Dan kedua mitos ini belum ada triangulasi data, hal ini karena informan pun mendapat cerita tersebut dari leluhurnya yang memiliki ilmu magis.

Pemanfaatan Trenggiling oleh Masyarakat Desa Karangwangi

Di desa Karangwangi pemanfaatan satwa liar cukup tinggi sekitar 87,91%. Masyarakat lebih sering memanfaatkan satwa liar sebagai bahan makanan dan bahan jualan. Tetapi berbeda dengan pemanfaatan Trenggiling itu sendiri hanya sekitar 26,37% oleh masyarakat desa Karangwangi. Kurangnya pemanfaatan Trenggiling ini disebabkan karena masyarakat yang lebih memilih bahan lain yang lebih mudah didapatkan untuk dimanfaatkan. Informan menjelaskan bahwa manfaat dari Trenggiling adalah sebagai bahan baku obat asma dan obat untuk penyakit kulit, sebagai bahan makanan, lalu sebagai kerajinan tangan. Pengetahuan masyarakat di desa Karangwangi mengenai pemanfaatan Trenggiling sebagai obat dan kerajinan muncul ketika datang seorang dokter dari Cina. Dokter tersebut menggunakan Trenggiling sebagai bahan obat. Setelah itu, berkembanglah pengetahuan tersebut. Didapatkan cara pengolahan trenggiling sebagai obat kulit sebagai berikut:

- 1) Digunakan sisik utuh dari Trenggiling yang telah dipisahkan dari dagingnya
- 2) Sisik kemudian dibakar dengan api hingga menjadi abu
- 3) Setelah menjadi abu, kemudian abu tersebut dicampur dengan minyak kelapa
- 4) Dan minyak abu Trenggiling siap untuk dijadikan obat gosok
- 5) Untuk mengobati penyakit kulit ini cukup digosokkan pada bagian kulit yang terkena penyakit

Jika di desa Karangwangi yang berkembang dijadikan obat adalah hanya sisik Trenggiling, di Cina Trenggiling tidak berbeda jauh penggunaan sisik dijadikan obat tradisional [14]. Sedangkan di Afrika, Trenggiling ini digunakan sebagai obat rematik, penyakit kleptomania, stroke, antibiotik, rasa sakit saat menstruasi, ketidaksuburan pada wanita, penangkal racun ular, impotensi pada pria, dan digunakan sebagai penangkal hal mistis. [18][19]. Selain dijadikan obat, Trenggiling dapat dikonsumsi langsung. Beberapa masyarakat di desa Karangwangi mengonsumsi bagian daging Trenggiling dan sisiknya akan dijual. Cara mengonsumsinya dapat

diolah seperti akan memasak daging sapi, tutur informan yang menjelaskan rasanya enak seperti daging sapi. Daging Trenggiling biasanya dibakar dan dikonsumsi langsung.

Manfaat lain dari Trenggiling, yaitu sebagai kerajinan. Kerajinan yang dibuat biasanya berupa hiasan dinding. Di Brunei, khususnya kelompok etnik pada jaman dulu menggunakan sisik Trenggiling sebagai bahan pembuatan baju baja, lalu sebagai kancing, dan cicin pada jaring [20]. Sekarang ini Trenggiling dimanfaatkan sebagai sumber mata pencaharian. Hal ini didasarkan pada kebutuhan yang meningkat dan munculnya isu mengenai nilai ekonomi Trenggiling yang cukup tinggi.

Perburuan Trenggiling

Perburuan Trenggiling di Desa Karangwangi hanya dilakukan oleh sekitar 1,10% masyarakat. Hal ini sesuai dengan pemanfaatan Trenggiling yang tidak begitu besar persentasenya dan keberadaan Trenggiling yang tidak mendukung untuk banyak diburu. Ada beberapa cara untuk berburu Trenggiling. Berikut adalah beberapa teknik untuk menangkap Trenggiling:

1) Menangkap langsung

Teknik menangkap langsung tidak memerlukan alat bantuan, namun harus memenuhi syarat terlebih dahulu, agar proses pencarian dan penangkapannya pun mudah. Berikut adalah syarat yang perlu dipenuhi:

- a) dilakukan pada musim hujan, musim bertani
- b) dilakukan pada bulan gelap
- c) untuk penerangan dapat menggunakan senter
- d) dalam berburu diperlukan kelompok 3-4 orang.

2) Menangkap menggunakan *bubu* dan *rajut*

Terdapat dua jenis alat yang biasa digunakan untuk berburu, yaitu *bubu* dan *rajut*. *Bubu* merupakan alat perangkap yang terbuat dari besi yang dibentuk sedemikian rupa menyesuaikan dengan bentuk dari Trenggiling. Biasanya *bubu* ini memiliki panjang hingga 1,5 m dengan lubang masuk kunci. *Rajut*, yaitu alat untuk menangkap Trenggiling yang terbuat dari tambang, dianyam sedemikian rupa, dan biasanya sekali pakai. Berburu dengan kedua alat ini hanya dapat dilakukan pada Trenggiling yang sedang berada di dalam lubang tanah ataupun gua. *Bubu* akan dipasang pada lubang yang berisi Trenggiling, dapat ditinggal hingga 3 hari. Sedangkan *rajut* ketika dipasang, maka harus ditunggu semalaman karena mudah sekali lepas, dan tidak sekuat *bubu*. Biasanya alat ini digunakan oleh pemburu lokal, maksudnya adalah pemburu yang bertujuan untuk mempergunakan Trenggiling itu sendiri, bukan untuk diperjualbelikan.

3) Menggunakan anjing khusus

Teknik ini memerlukan jenis anjing khusus yang dibentuk dengan latihan selama kurang lebih tiga bulan. Selain dilatih, terdapat cara khusus yang dinamakan "*peureuh*". Cara ini merupakan salah satu dari proses latihan. *Peureuh* itu sendiri merupakan proses pencekakan bagian tertentu dari target, caranya adalah dengan membakar sisik Trenggiling, lalu diberi air, kemudian air abu sisik Trenggiling tersebut dicekokkan pada hidung anjing beberapa kali. Diperlukan tiga kali *peureuh* selama pelatihan anjing tersebut. Setelah dilatih, anjing akan fokus hanya untuk berburu Trenggiling. Anjing khusus ini dapat bertahan hingga 3-4 tahun. Dan selama masa aktif tersebut, anjing masih tetap perlu dilatih.

Dari beberapa jurnal yang dicari, belum ada pemaparan mengenai teknik menangkap Trenggiling. Karena memang perburuan Trenggiling ini kebanyakan menggunakan cara

tradisional, yaitu hanya dengan menangkap langsung oleh penduduk setempat baik itu dihutan maupun sekitarnya. Tidak ada struktur organisasi khusus dalam istilah perburuan [21].

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini merupakan bagian dari ALG (Academic Leadership Grant) Prof. Johan Iskandar, tentang "Ethnobiology untuk Kesejahteraan Rakyat untuk Mendukung Pembangunan Berkelanjutan". Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada Rektor Universitas Padjadjaran, Prof. Tri Hanggono, yang didukung oleh Universitas Padjadjaran. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Desa Karangwangi atas izin penelitian yang diberikan. Ucapan terima kasih khusus kepada masyarakat desa Karangwangi yang telah membantu dalam terlaksananya penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Zainuddin H. 2008. Satwa jelmaan setan itu kini jadi barang dagangan. *Dalam*: <http://www.antara.co.id/view/?i=1208940642&c=WBM&s=> [11 Mei 2010].
- [2] Hertanto, editor. 2010. Sejuta kilo daging Trenggiling dijual. *Dalam*: <http://megapolitan.kompas.com/read/2010/04/17/21594696/Sejuta.Kilo.Daging.Trenggiling.Dijual> [11 Mei 2010].
- [3] Helen C. N., Michelle H.G.W., Samuel T. Turvey. 2016. Using local ecological knowledge to determine status and threats of the Critically Endangered Chinese pangolin (*Manis pentadactyla*) in Hainan, China. *Biological Conservation*, 196:189–195.
- [4] Soewu, D.A., I.A. Ayodele. 2009. Utilisation of Pangolin (*Manis* spp) in Traditional Yorubic Medicine in Ijebu Province, Ogun State, Nigeria. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 5(39): 1-11
- [5] Partasasmita R, Iskandar J. Malone N. 2015. Karangwangi people's (South Cianjur, West Java, Indonesia) local knowledge of species, forest utilization and wildlife conservation. *Biodiversitas* 17(1): 154-161.
- [6] PLN. 2014. Biodiversity Management Plan (BMP) Upper Cisokan Pumped Storage (UCPS). PT. PLN UIP VI. Bandung.
- [7] Pantel, S. dan Chin SY. 2009. Proceedings of the Workshop on Trade and Conservation of Pangolins Native to South and Southeast Asia. *TRAFFIC Southeast Asia*. Kuala Lumpur.
- [8] Mustikasari, I.A., N.M. Erri, dan Partsasmita P. 2015. Studi Komposisi Jenis Mamalia di Kawasan Cagar Alam Bojonglarang Jayanti dan Desa Karangwangi Kabupaten Cianjur, Jawa Barat. (*Laporan Penelitian Kuliah Kerja Lapangan*). Universitas Padjadjaran. Sumedang.
- [9] Farida, W R. 2010. Trenggiling (*Manis javanica* Desmarest, 1822), Mamalia Bersisik yang Semakin Terancam. *Fauna Indonesia* Vol 9(1): 5-9
- [10] Novriyanti. 2011. Kajian Manajemen Penangkaran, Tingkat Konsumsi, Palatabilitas Pakan, dan Aktivitas Harian Trenggiling (*Manis javanica*, Desmarest, 1822) di Penangkaran UD Multi Jaya Abadi Sumatera Utara. *Skripsi*. Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Bogor
- [11] Nowak, R. M. dan J. L. Paradiso. 1999. *Walker's Mammals of the World*. 4th Edition. John Hopkins University Press. Baltimore, MD.
- [12] Lekagul, B dan JA McNeely. 1977. *Mammals of Thailand*. Association for the Conservation of Wildlife, Sahakarnbhat co., Bangkok.

- [13] Payne, J. dan C. M. Francis. 2000. *Panduan Lapangan Mammalia di Kalimantan, Sabah, Serawak dan Brunei Darussalam*. Wildlife Conservation Society. Bogor. Indonesia.
- [14] Wu S, Liu N, Li Y, Sun R. 2005. Observation on food habits and foraging behavior of Chinese pangolin (*Manis pentadactyla*). Abstract. Chinese Journal of Applied and Environmental Biology(3). http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-YYHS200503018.htm 2 April 2016.
- [15] Lim, N.T.L. dan P.K.L. Ng. 2008. Home range, activity cycle and natal den usage of a female sunda pangolin *Manis javanica*(Mammalia: Pholidota) in Singapore.*Endangered Species Research*,4:233-240.
- [16] Sawitri, R., M. Bismark, dan Mariana T.. 2012. Perilaku Trenggiling (*Manis javanica* Desmarest 1822) di Penangkaran Purwodadi, Deli Serdang, Sumatera Utara.*Jurnal Penenliatian Hutan dan Konservasi Alam*, 9(3):285-297
- [17] Challander D.W.S. 2011. Asian Pangolins: Increasing Affluence Driving Hunting Pressure. *Traffic Bulletin*, 23(3): 92-93.
- [18] Soewu, D.A. 2008. Wild animals in ethnozoological practices among the Yorubas of southwestern Nigeria and the implications for biodiversity conservation. *African Journal of Agricultural Research* Vol 3 (6): 421-427
- [19] Soewu, D.A dan Adekanola T.A. 2011. Utilisation of Pangolin (*Manis* sp.) among the Awori People, Southwest Nigeria. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 7(25): .
- [20] Nyawa, S. 2008. Pangolin in Brunei Darussalam. Proceedings of The Workshop on Trade And Conservation of Pangolins Native to South and Southeast Asia (*TRAFFIC*). Singapore Zoo.
- [21] Tuuga, A. 2008. Pangolin Trade in Sabah, Malaysia.Proceedings of The Workshop on Trade And Conservation of Pangolins Native to South and Southeast Asia (*TRAFFIC*). Singapore Zoo.

EK-22

Ekologi jenis *Diplazium esculentum* (Retz.) Swartz
(Athyriaceae) di Kawasan Hutan Taman Nasional Gunung
Halimun Salak, Jawa Barat

Inge Larashati Subro

Peneliti Pusat Penelitian Biologi - LIPI
Jalan Raya Jakarta - Bogor, Bogor Km 46 Cibinong

ingels@ymail.com

Abstrak. *Diplazium esculentum* (Retz.) Sw termasuk ke dalam suku Athyriaceae memiliki habitat di daerah yang basah dan tergenang seperti tanah rawa-rawa dan hutan belukar. Tumbuhan tersebut banyak dijumpai di daerah datar atau berpasir dekat tepi sungai. Tumbuhan ini mudah berkembang penyebaran melalui spora. Butir-butir spora yang sangat halus akan berterbangan dan jatuh menempel pada tanah atau benda lain maka kemudian spora akan cepat tumbuh bertunas. Akar timpang yang kuat dan sering tumbuh keluar dari tanah, di ujung tumbuh daun muda satu sama lain saling berdekatan. Tanaman ini memiliki banyak manfaat pucuk muda daunnya dapat digunakan sebagai bahan masakan yang cukup lezat. Dengan maraknya kerusakan hutan jenis-jenis tumbuhan berpotensi dikhawatirkan akan hilang dan tidak sempat terdata. Penelitian ini bertujuan untuk mendata dan mengungkap keanekaragaman tumbuhan bawah yang berpotensi ekologis maupun sebagai bahan pangan dan obat-obatan. Pengumpulan data dilakukan dengan metoda eksploratif, observasi lapangan untuk menentukan lokasi penelitian kemudian pada lokasi yang terpilih dibuat petak kuadrat dengan luas 1 hektar. Seluruh tumbuhan yang berhasil dikoleksi kemudian dibuat herbariumnya. Pembuatan herbarium dilakukan agar koleksi tidak cepat rusak. Berdasarkan hasil identifikasi dan analisis data diketahui jenis – jenis yang berpotensi antara lain *Diplazium esculentum* dengan nilai penutupan (DR = 6,55).

Kata kunci: Tumbuhan berpotensi, *Diplazium esculentum*, Hutan Taman Nasional Gunung Halimun Salak, Jawa Barat

Abstract. *Diplazium esculentum* (Retz.) Swartz. belongs to the Athyriaceae family, inhabit the wet and waterlogged areas, such as peat soils, fresh water and woods. Plants are often found in wetlands that have a peat soil structure. This plant is easy to expand the spread by spores. Beads of very fine spores will fly and fall off the ground or any other object then then the spores will germinate and grow quickly easily cover a fairly wide area. This plant has many benefits, shoots leaves can be used as food ingredients are quite tasty. With the rampant destruction of forests, plant species feared to be lost and did not get recorded. This study aims to asses and reveal the lower plant diversity, ecological potential, as well as food and medicine. The data collection is done by the method of exploratory, field observations to determine the location of the study and then at selected sites, made plots with an area of 1 hectare squares. The whole plant is successfully collected then made the herbarium. Making herbarium is done so that collection is not quickly broken. Based on identification and analysis of the data, the known of the potential type such as *Diplazium esculentum* with coverage values (DR = 6,55).

Keywords: Potential Plants; *Diplazium esculentum* ; Forest of Halimun Salak Mountain Salak National Park, West Java

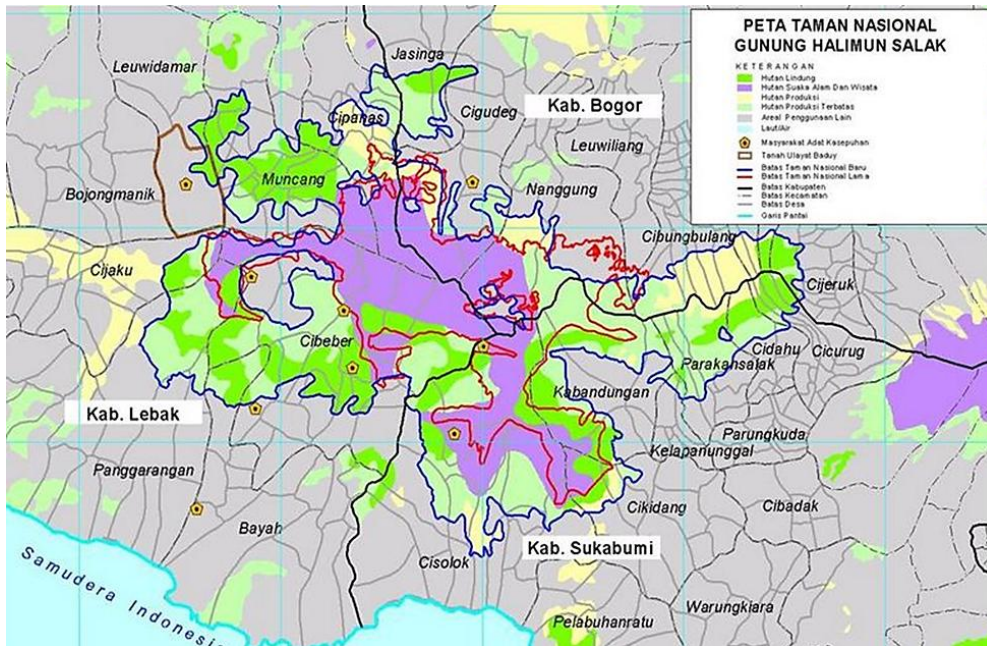
Pendahuluan

Taman Nasional Gunung Halimun Salak (TNGHS) merupakan perwakilan tipe ekosistem hutan hujan dataran rendah, hutan sub-montana dan hutan montana di Jawa. Hampir seluruh hutan di taman nasional ini berada di dataran pegunungan dengan beberapa sungai dan air terjun, yang merupakan perlindungan fungsi hidrologis di Kabupaten Bogor, Lebak, dan Sukabumi [1]. Berdasarkan letak geografis Gunung Salak terletak dalam satu kesatuan hamparan dengan Gunung Halimun. Taman Nasional Gunung Salak (TNGHS) merupakan kawasan konservasi yang terbesar di Pulau Jawa berdasarkan klasifikasi citra satelit pada tahun 1990 sampai dengan tahun 2001 kawasan hutan yang terletak pada koridor TNGHS telah terdegradasi seluas 347.523 hektar (52,14%) [2]. Kawasan hutan yang mengalami degradasi mengakibatkan hilangnya keanekaragaman hayati. Para ahli sepakat menggolongkan keanekaragaman hayati kedalam tiga kelompok yaitu keanekaragaman ekosistem, spesies dan genetika. Sampai saat ini keanekaragaman spesies telah tercatat ada 1.500 spesies alga, 80.000 spesies tumbuhan berspora, 595 spesies lumut kerak, 30.000 – 40.000 spesies flora tumbuhan berbiji (15,5 % dari total jumlah flora di dunia) serta 2.197 spesies paku-pakuan [3]. Keanekaragaman hayati sudah dimanfaatkan sejak manusia ada di muka bumi sebagai sumber kehidupan yang didalamnya terdapat vegetasi dan semua spesies tumbuhan. Pengungkapan keanekaragaman tumbuhan bawah yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan perlu diketahui sebelum plasma nutfah tersebut hilang dan punah. *Diplazium esculentum* adalah salah satu jenis tumbuhan paku yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat atau penduduk sekitar hutan sebagai bahan sayur. Paku sayur merupakan sejenis paku atau pakis yang biasa dimakan ental mudanya sebagai sayuran oleh penduduk Asia Tenggara dan kepulauan di Samudera Pasifik. Paku ini biasanya tumbuh di tepi sungai atau di tebing-tebing yang lembap dan teduh. Keberadaannya sebagai tumbuhan bawah di kawasan hutan Taman Nasional Gunung Halimun Salak perlu diketahui dengan melakukan kajian ekologi. Pada umumnya, tumbuhan paku banyak hidup pada tempat lembap sehingga disebut sebagai tanaman higrofit. Pada hutan-hutan tropik dan subtropik, tumbuhan paku merupakan tumbuhan yang hidup di permukaan tanah, tersebar mulai dari tepi pantai sampai ke lereng-lereng gunung, bahkan ada yang hidup di sekitar kawah gunung berapi.

Bahan dan Metode

Lokasi Penelitian

Taman Nasional Gunung Halimun Salak (TNGHS) merupakan salah satu taman nasional yang memiliki ekosistem hutan hujan tropis pegunungan terluas di Jawa, terletak di Propinsi Jawa Barat dan Banten meliputi Kabupaten Sukabumi, Bogor dan Lebak. Kawasan TNGHS secara geografis terbentang pada 106° 21' - 106° 38' BT dan 6° 37' – 6° 51' LS dengan ketinggian antara 500 – 2211 m dpl. Topografi medan umumnya bergelombang berbukit dan bergunung-gunung. Menurut klasifikasi Schmidt & Ferguson [4] iklim di daerah kawasan TN Gunung Halimun Salak termasuk tipe A dengan curah hujan tahunan sebesar 4.000 – 6.000 mm. Rata-rata curah hujan bulanan selalu > 100 mm, dengan bulan terkering (\pm 200 mm) pada bulan Juni sampai September dan terbasah (+ 550 mm) pada bulan Oktober dan Maret, sehingga dapat digolongkan beriklim selalu basah [5]. Dengan kelembaban udara rata-rata 88 %. Suhu rata-rata bulanan 31,5° C dengan suhu terendah 19,7 °C dan suhu tertinggi 31,8 °C. Secara administratif wilayah tersebut termasuk Desa Cidahu, Kecamatan Cidahu, Kabupaten Sukabumi, Propinsi Jawa Barat. Berdasarkan GPS lokasi penelitian berada pada koordinat S: 06°44' 47.9" dan E: 106° 42' 49.7" pada ketinggian antara 1100 m – 1300 m dpl. Penelitian dilakukan pada bulan September 2010 di kawasan Resort Cidahu Taman Nasional Gunung Halimun Salak (Gambar.1).



Gambar. 1. Lokasi Penelitian Resort Cidahu Taman Nasional Gunung Halimun Salak



Gambar 2. Petak penelitian Resort Cidahu dengan latar belakang vegetasi tumbuhan bawah antara lain *Diplazium esculentum* (Retz.) Swartz

Metoda Penelitian

Pengumpulan data dilakukan pada petak penelitian seluas satu hektar (100 m x 100 m) kemudian dibagi lagi menjadi 100 buah anak petak berukuran 10 m x 10 m. Pencacahan tumbuhan bawah dan semai dilakukan pada sub anak petak dengan ukuran 1 m x 1 m yang diletakkan secara bersistem dengan mempertimbangkan keadaan sekitarnya terutama daerah yang tidak tergenang. Untuk menentukan luas penutupan tajuk tumbuhan bawah dan semai digunakan plastik berbentuk bujur sangkar dengan ukuran 1 m x 1 m kemudian dibuat diagram pada setiap titik 10 cm, sehingga setiap kotak memiliki luas 10 cm² yang ditaksir senilai 1 %. Semua tumbuhan bawah dan semai yang terdapat di dalam petak kecil tersebut ditaksir persentase luas penutupan tajuknya. Untuk tumbuhan bawah dan semai yang belum diketahui jenis dan nama ilmiahnya diambil gambarnya dan dibuat herbariumnya kemudian dibawa ke Herbarium Bogoriense, Pusat Penelitian Biologi, LIPI Cibinong - Bogor untuk keperluan identifikasi. Data ekologi yang didapat dianalisis menurut Mueller-Dombois & Ellenberg (1964) dalam [5].

Hasil

Diplazium esculentum dikenal dengan nama paku sayur Sumatera : Paku sayor (Melayu) Paku tanjung (Jawa) Paku jukut (Bali) Laminding (Sangir, Sulawesi) Uto paso (Ambon) [6] merupakan tumbuhan yang termasuk kedalam suku Athyriaceae [7]. Tumbuhan ini tersebar di seluruh Asia tropic dan Polynesia, memiliki akar timpang yang kuat, tegak dan sering tumbuh keluar dari dalam tanah, dari akar timpang sering keluar akar yang panjang kadang-kadang terapung dalam air bentuknya seperti rambut kuda di ujung tumbuh daun yang satu sama lain saling berdekatan.

Klasifikasi *Diplazium esculentum* (Retz.) Swartz

Kingdom: Plantae (Tumbuhan)

Divisi: Pteridophyta (paku-pakuan)

Kelas: Pteridopsida

Ordo: Arthyriales

Famili: *Athyriaceae*

Genus: *Diplazium*

Spesies: *Diplazium esculentum*

Ekologi *Diplazium esculentum*

Diplazium esculentum tumbuhan paku ini biasa tumbuh di hutan-hutan tropik dan subtropik, pada tanah yang datar berpasir dekat tepi sungai atau di rawa-rawa dan tersebar mulai dari tepi pantai, sampai ke lereng-lereng gunung, tepi sungai atau di tebing-tebing yang lembab dan teduh bahkan ada yang hidup di sekitar kawah gunung berapi, dapat mencapai tinggi hingga 2 meter. Di Indonesia paku ini tersebar mulai dari Sumatera, Jawa, Sulawesi sampai ke Irian. Di Pulau Jawa tumbuh hingga pada ketinggian 1750 dpl [6]. Pada umumnya, tumbuhan paku banyak hidup pada tempat lembab sehingga disebut sebagai tanaman higrofit. Menurut [6] tumbuhan paku ini dapat ditanam di halaman dan sebaiknya tidak terpelihara dan jangan di tempat yang subur. Apabila ditanam di tempat yang subur dan banyak mendapat perhatian dalam dengan tumbuhan ini akan merana dan mati, hal ini sangat mengherankan sekali. *Diplazium esculentum* sebagai paku sayur biasanya tidak dibudidayakan. Biasanya para pedagang mencari di hutan atau kebun lalu dijual ke pasar sebagai sayuran. Fungsi ekologi tumbuhan paku sangat berperan dalam pembentukan tanah dan dalam siklus-siklus pelapukan. Tumbuhan paku yang berupa pohon yaitu yang termasuk ke dalam suku Cyatheaceae mempunyai peranan yang sangat penting dalam keseimbangan ekosistem hutan antara lain sebagai pencegah erosi dan pengatur tata guna air dalam kawasan hutan.

Analisis data ekologi

Di kawasan hutan alami Resort Cidahu, pengamatan jenis-jenis tumbuhan bawah yang terletak pada ketinggian tempat antara 1100 - 1300 m dpl. Hutan di kawasan ini tergolong masih alami dengan topografi mendatar bergelombang hingga membukit, kanopi hutan nampak cukup rapat namun terlihat juga pohon tumbang akibat gangguan alam sehingga cahaya matahari dapat langsung mengenai lantai hutan kondisi demikian sangat menguntungkan bagi biji – biji yang berada di lantai hutan untuk dapat segera berkecambah. Hasil pencacahan seluas 1 hektar yang dibagi dalam 100 sub petak berukuran 1m x 1m di hutan alam kawasan Resort Cidahu Taman Nasional Gunung Halimun Salak tercatat 88 jenis yang termasuk kedalam 54 marga dan 37 suku (Tabel.1) Hasil analisis persentase penutupan tumbuhan bawah di kawasan Resort Cidahu TNGHS di dominasi oleh jenis-jenis yang memiliki persentase penutupan < 1 % tercatat 61

jenis (69,31 %) dari total jenis yang tercacah. Jenis – jenis yang memiliki penutupan (DR) 1 – 5% tercatat 23 jenis (26,13 %) dari total yang tercacah. Persentase penutupan > 5 % hanya diduduki 4 jenis (4,54 %) dari seluruh jenis yang tercacah antara lain *Calamus javensis* (DR = 8,09), *Blechnum orientale* (DR= 7,54), *Diplazium esculentum* (DR = 6,55) dan *Strobilanthes blumei* (DR= 5,61) tercatat hanya 1,13 % atau satu jenis yang memiliki persentase penutupan > 10 % yaitu *Athyrium dilalatum* (DR= 11,56) (Tabel. 1). Berdasarkan frekuensi relative (FR) jenis – jenis tumbuhan bawah yang tergolong banyak ditemukan antara lain *Calamus javensis* (FR = 8,05), *Athyrium dilalatum* (FR= 7,79), *Strobilanthes blumei* (FR = 7,54), *Diplazium esculentum* (FR = 7,04), *Blechnum orientale* (FR= 3,52) dan sembilan jenis paku-pakuan masing-masing memiliki nilai (FR= < 5) (Tabel. 1). Suku – suku yang kaya akan jumlah jenisnya antara lain Euphorbiaceae (5 jenis), Moraceae (4 jenis) dan Apocynaceae (4 jenis) serta jenis paku – paku an lain (9 jenis). Hasil analisis Indeks keanekaragaman pada jenis (H') pada ketinggian ini adalah 3,88.

Tabel. 1. Daftar jenis - jenis tumbuhan bawah di kawasan hutan Resort Cidah Taman Nasional Gunung Halimun Salak, Jawa Barat berdasarkan FR (Frekuensi Relative), KR (Kerapatan Relataif), DR (Dominansi Relatif), NP (Nilai Penting) dan H' (Indeks Keanekaragaman Jenis).

Spesies	Famili	FR	KR	DR	NP	H'
<i>Straurogyne bibracteata</i> Bl.	Acanthaceae	0.75	1.13	0.904	2.783	-0.0368
<i>Strobilanthes blumei</i> Bremek	Acanthaceae	7.54	11.1	5.616	24.25	-0.1949
<i>Acer laurinum</i> Hassk.	Aceraceae	0.25	0.16	0.087	0.499	-0.015
<i>Alstonia scholaris</i> (L.) R. Br	Apocynaceae	3.27	2.41	2.66	8.338	-0.1118
<i>Alstonia</i> sp1.	Apocynaceae	0.25	0.16	0.122	0.534	-0.015
<i>Alstonia</i> sp2.	Apocynaceae	0.75	0.8	0.487	2.044	-0.0368
<i>Alstonia spectabilis</i>	Apocynaceae	0.25	0.32	0.035	0.608	-0.015
<i>Amorphophallus</i> sp.	Araceae	0.25	0.32	0.174	0.747	-0.015
<i>Unident2</i>	Araceae2	0.25	0.16	0.052	0.464	-0.015
<i>Arthropphyllum diversifolium</i> Bl.	Araliaceae	0.25	0.16	0.139	0.551	-0.015
<i>Schefflera lucida</i> (Blume)	Araliaceae	0.25	0.16	0.035	0.447	-0.015
<i>Calamus javensis</i>	Arecaceae	8.05	7	8.09	23.1	-0.2138
<i>Pinanga coronate</i>	Arecaceae	1.26	0.96	0.748	2.969	-0.055
<i>Plectocomia elongate</i>	Arecaceae	2.51	1.77	1.043	5.324	-0.0926
<i>Athyrium dilalatum</i>	Aspleniaceae	7.79	7.88	11.56	27.23	-0.1988
<i>Diplazium esculentum</i> (Retz.) Swartz	Athyriaceae	7.04	8.04	6.555	21.63	-0.1867
<i>Begonia lepida</i>	Begoniaceae	2.21	2.81	1.39	6.4	-0.0857
<i>Begonia multangula</i>	Begoniaceae	0.25	0.16	0.139	0.551	-0.015
<i>Begonia muricata</i>	Begoniaceae	0.25	0.16	0.139	0.551	-0.015
<i>Blechnum orientale</i>	Blechnaceae	3.52	3.38	7.547	14.44	-0.1177
<i>Cyathea contaminans</i>	Cyatheaceae	0.25	0.16	0.261	0.673	-0.015
<i>Cyathea</i> sp.	Cyatheaceae	0.5	0.48	1.71	2.69	-0.0266
<i>Antidesma tetandrum</i> Bl.	Euphorbiaceae	0.25	0.16	0.156	0.569	-0.015
<i>Macaranga triloba</i>	Euphorbiaceae	1.01	0.64	0.487	2.135	-0.0462
<i>Mallotus rhizinoides</i>	Euphorbiaceae	0.5	0.32	0.243	1.067	-0.0266
<i>Ostodes paniculata</i>	Euphorbiaceae	0.25	0.16	0.174	0.586	-0.015
<i>Ostodes</i> sp.	Euphorbiaceae	1.01	0.64	0.782	2.431	-0.0462

<i>Lithocarpus korthalsii</i>	Fagaceae	1.01	0.96	1.391	3.361	-0.0462
<i>Lithocarpus</i> spp.	Fagaceae	2.51	1.61	2.069	6.189	-0.0926
<i>Lithocarpus sundaicus</i>	Fagaceae	0.25	0.16	0.313	0.725	-0.015
<i>Flacourtea rukam</i> Zoll. & Mor	Flacourtiaceae	0.25	0.16	0.243	0.655	-0.015
<i>Algalmila parasitica</i> (Lamk.) O.K	Gesneriaceae	0.5	0.64	0.591	1.737	-0.0266
<i>Cyrtandra</i> sp.	Gesneriaceae	0.5	0.48	0.191	1.176	-0.0266
<i>Curculigo latifolia</i>	Hypoxidaceae	0.5	0.32	0.817	1.641	-0.0266
<i>Lindera bibracteata</i>	Lauraceae	0.5	0.32	0.383	1.207	-0.0266
<i>Magnolia candollii</i>	Magnoliaceae	0.25	0.16	0.104	0.516	-0.015
<i>Ficus fistulosa</i>	Moraceae	0.5	0.96	0.313	1.78	-0.0266
<i>Ficus glaberrima</i>	Moraceae	2.01	1.61	2.382	6	-0.0785
<i>Ficus sinuate</i>	Moraceae	0.25	0.16	0.209	0.621	-0.015
<i>Ficus tricolor</i>	Moraceae	0.25	0.16	0.122	0.534	-0.015
<i>Musa acuminata</i>	Musaceae	0.5	0.32	0.278	1.102	-0.0266
<i>Ardisia sanguinolenta</i> DC	Myrsinaceae	2.76	2.25	2.417	7.432	-0.0992
<i>Syzygium lineatum</i> B. (Merr & Perry)	Myrtaceae	2.26	1.77	1.461	5.49	-0.0857
<i>Orchidaceae</i>	Orchidaceae	0.25	0.16	0.087	0.499	-0.015
<i>Orchidaceae</i>	Orchidaceae	1.26	2.41	0.661	4.329	-0.055
<i>Freycinetia angustifolia</i>	Pandanaceae	1.76	1.45	1.721	4.927	-0.0816
<i>Pandanus</i> spp.	Pandanaceae	1.76	1.13	3.443	6.327	-0.0711
<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad.ex.Wendl	Poaceae	0.25	0.16	0.07	0.482	-0.015
<i>Dinochloa scandens</i>	Poaceae	0.25	0.16	0.174	0.586	-0.015
<i>Paspalum</i> sp.	Poaceae	0.25	0.16	0.035	0.447	-0.015
Pteridophyta 1	Pteridophyta 1	0.75	1.93	0.835	3.518	-0.0368
Pteridophyta 2	Pteridophyta 2	2.76	2.25	1.443	6.458	-0.0992
Pteridophyta 3	Pteridophyta 3	0.25	0.32	0.869	1.442	-0.015
Pteridophyta 4	Pteridophyta 4	0.25	0.16	0.052	0.464	-0.015
Pteridophyta 5	Pteridophyta 5	0.25	0.16	0.139	0.551	-0.015
Pteridophyta 6	Pteridophyta 6	0.25	0.48	0.087	0.821	-0.015
Pteridophyta 7	Pteridophyta 7	1.51	2.57	1.2	5.28	-0.0632
Pteridophyta 8	Pteridophyta 8	0.25	0.8	0.278	1.333	-0.015
Pteridophyta 9	Pteridophyta 9	3.27	4.02	4.643	11.93	-0.1118
<i>Prunus arborea</i>	Rosaceae	0.25	0.16	0.522	0.934	-0.015
<i>Lansiathus navigates</i>	Rubiaceae	0.75	0.96	0.626	2.344	-0.0368
<i>Petunga microcarpa</i>	Rubiaceae	0.25	0.16	0.017	0.429	-0.015
<i>Urophyllum arboreum</i> (Reinw.ex.Bl.) Korth	Rubiaceae	3.02	1.93	3.965	8.909	-0.1056
<i>Evodia latifolia</i>	Rutaceae	1.26	0.8	0.887	2.947	-0.055
<i>Psychotria viridiflora</i>	Rutaceae	1.01	0.64	1.808	3.456	-0.0462
<i>Polyosma illicifolia</i>	Saxifragaceae	0.5	0.32	0.313	1.137	-0.0266
<i>Smilax</i> sp.	Smilacaceae	0.25	0.16	0.104	0.516	-0.015
<i>Symplocos odoratissima</i> (Bl.) Chaisy	Symplocaceae	1.01	0.96	1.2	3.169	-0.0462
<i>Symplocos</i> sp.	Symplocaceae	0.75	0.64	0.261	1.658	-0.0368
<i>Eurya acuminata</i>	Theaceae	0.25	0.16	0.696	1.108	-0.015
<i>Schima wallichii</i>	Theaceae	1.51	1.93	2.087	5.523	-0.0632

Unident1	Unident1	0.25	0.16	0.035	0.447	-0.015
Unident10	Unident10	0.25	0.16	0.278	0.69	-0.015
Unident11	Unident11	0.75	0.96	1.043	2.762	-0.0368
Unident12	Unident12	1.01	0.8	1.113	2.922	-0.0462
Unident13	Unident13	1.01	1.45	1.29	3.74	-0.0462
Unident3	Unident3	0.25	0.16	0.07	0.482	-0.015
Unident4	Unident4	0.25	0.16	0.104	0.516	-0.015
Unident5	Unident5	0.25	0.32	0.104	0.677	-0.015
Unident6	Unident6	0.25	0.16	0.122	0.534	-0.015
Unident7	Unident7	0.75	2.25	0.122	3.126	-0.0368
Unident8	Unident8	0.25	0.16	0.174	0.586	-0.015
Unident9	Unident9	0.25	0.16	0.209	0.621	-0.015
<i>Elatostema nigrescen</i>	Urticaceae	0.75	0.48	0.261	1.497	-0.0368
<i>Calicarpa longifolia</i>	Verbenaceae	0.25	0.16	0.696	1.108	-0.015
<i>Tetrastigma lanceolarium</i> (Roxb.) Planch	Vitaceae	0.75	0.48	0.365	1.601	-0.0368
<i>Etilingera hemisphaerica</i>	Zingiberaceae	0.75	0.8	0.591	2.149	-0.0368
<i>Hornstedtia megalochelius</i> Ridley	Zingiberaceae	1.01	1.45	1.29	3.74	-0.05
Total		100	100	100	300	-3.8866

Pembahasan

Keanekaragaman tumbuhan bawah di kawasan Resort Cidahu TNGHS tercatat 88 jenis tergolong tinggi dibandingkan dengan keanekaragaman jenis tumbuhan bawah pada kawasan konservasi lainnya yaitu Taman Nasional Gunung Merbabu memiliki 63 jenis [8]. Di kawasan Hutan Rawa Gambut Kalimantan Tengah memiliki 73 jenis [9]. Apabila dibandingkan dengan kawasan yang sama di Resort Cidahu namun berbeda ketinggian (1100 – 1600 m dpl) mempunyai 65 jenis [10] kondisi tersebut sangat umum dijumpai pada kawasan hutan tropis di Indonesia dan sesuai dengan kaidah ekologi bahwa semakin tinggi dataran makin berkurang pula keanekaragaman jenis vegetasinya [11].

Diplazium esculentum atau yang biasa disebut paku sayur di dalam kawasan hutan TNGHS Resort Cidahu tercatat sebanyak 50 individu tumbuhan yang tersebar pada 28 sub petak dari 100 petak dengan total penutupan mencapai 377 % atau sekitar 6,55 % dari total 622 jumlah individu yang tercatat. Dalam petak penelitian dijumpai juga 9 jenis paku – paku lainnya terlihat masih dalam pertumbuhan dengan perawakan yang relative muda dan tidak mudah untuk diidentifikasi sebelum nampak spora yang menempel pada daun tua. Apabila dibandingkan dengan jenis lainnya maka *Diplazium esculentum* termasuk sub dominan memiliki nilai penting (NP = 21, 63) sementara *Athyrium dilatatum* sebagai jenis yang merajai di kawasan hutan Resort Cidahu TNGHS dengan nilai penting (NP = 27,23) (Tabel . 1). *Athyrium dilatatum* umumnya tumbuh di hutan primer pada ketinggian sekitar 1350 m dpl banyak tumbuh di daerah kanopi terbuka dengan memperoleh sinar matahari langsung. Paku jenis ini banyak tumbuh di sekitar Gunung Gede dan Cibodas. Di Indonesia memiliki persebaran di Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi dan Nusa Tenggara [12]. Paku jenis ini memiliki daya tumbuh yang cepat dibandingkan dengan kerabat paku lainnya. Siahaan [13] dalam penelitian di daerah Minahasa menjumpai 25 jenis tumbuhan bawah salah satu diantaranya adalah *Diplazium esculentum*. Tumbuhan bawah tersebut yaitu *Wedelia trilobata*, *Digitaria*, *Mimosa pudica*, *Amaranthus spinosus*, *Asystasia gangetica*, *Commelina* sp, *Eupatorium odoratum*, *Ichnanthus vicinus*, *Ageratum conyzoides*, *Amaranthus spinosus*, *Cyperus* sp, *Heterogonium* sp, *Diplazium esculentum*, *Medinella* sp, *Mikania micrantha*, *Sida acuta*, *Paspalum conjugatum*, *Pennisetum purpureum*, *Leucas* sp., *Synedrella nodiflora*, *Macaranga* sp, *Clitoria ternatea*, *Piper aduncum*, *Urtica* sp, *Imperata cylindrical* Kondisi

demikian menunjukkan bahwa *Diplazium esculentum* tumbuh tersebar di seluruh wilayah Indonesia terutama di daerah dekat pinggir sungai.

Manfaat*Diplazium esculentum* sebagai bahan pangan dan obat-obatan

Diplazium esculentum di Asia Tenggara dan kepulauan di Samudera Pasifik dijadikan sebagai sayuran. Pemanfaatannya biasanya digulai (gulai paku) atau dijadikan lalap setelah direbus terlebih dahulu juga dapat dimasak sebagai bahan tumisan. Selain dapat digunakan sebagai sayuran, juga berkhasiat sebagai obat gosok untuk menghilangkan bau keringat. Untuk menghilangkan bau keringat dipakai ± 15 gram daun *Diplazium esculentum* yang masih muda, dicuci dan ditumbuk halus lalu digosokkan pada ketiak. Jenis paku-pakuan yang berkhasiat obat antara lain *Pteridium aquilium*, rimpang dari *Dryopteris marginalis* dimanfaatkan sebagai obat tradisional. Daun muda jauh lebih dimanfaatkan dan dimakan di semua bagian baik mentah atau dimasak sebagai sayuran, atau sebagai bahan minuman. *Diplazium esculentum* juga sumber kalsium, fosfor dan zat besi serta mengandung vitamin B. Tumbuhan paku lain yang dapat dimanfaatkan untuk sayuran misalnya *Marsilea crenata* (semanggi) biasa digunakan sebagai campuran pada menu asinan buah-buahan atau asinan sayuran.

Selain *Diplazium esculentum* tumbuhan paku memiliki nilai ekonomi terutama terletak pada keindahan dan dimanfaatkan sebagai tanaman hias. Beberapa jenis paku digunakan sebagai tanaman hias misalnya *Asplenium nidus* (paku sarang burung), *Platyserium bifurcatum* (paku tanduk rusa), *Adiantum* sp (suplir) dan *Selaginella* sp (paku rane) dan paku kawat yang merayap digunakan dalam pembuatan karangan bunga pada acara kematian sedang sporanya yang kecil-kecil mudah terbakar karena kandungan akan lemak.

Batang paku yang tumbuh baik dan yang sudah keras, digunakan untuk berbagai keperluan bangunan rumah, misalnya sebagai tiang rumah, untuk pengganti kayu. Daun-daun muda paku dari suku Cyatheaceae dapat dipergunakan untuk sayuran dan telah dibudidayakan sebagai tanaman hias, batangnya sering dipakai sebagai tempat untuk media anggrek dan kadang-kadang dicincang halus untuk medium di pot [12]. Batangnya yang besar mulai disukai untuk tiang-tiang bangunan dan dekorasi di rumah-rumah mewah, atau pada hotel-hotel di kota besar juga terlihat diperdagangkan disekitar kawasan Puncak Bogor.

Kandungan kimia

Diplazium esculentum yang masih segar mengandung 91,82% air, 1,42% abu, 0,28% lemak kasar, 0,87% minyak mentah protein, dan serat kasar 0,72% sedangkan sampel oven kering mengandung 17,39% abu, 3,40% lemak kasar, 10,67% protein kasar, dan serat kasar 9,06%. Skrining fitokimia kualitatif terdeteksi adanya alkaloid, antrakuinon, glikosida anthranol, cyanidins, fenol, saponin, dan protein baik dalam etanol dan air ekstrak daun, sementara glikosida, leucoanthocyanins, pitosterol, diterpenes, dan triterpen hanya terdeteksi dalam ekstrak etanol [14].

Kesimpulan

Berdasarkan hasil eksplorasi, pencacahan dalam petak penelitian dan analisis data dapat disimpulkan bahwa kawasan hutan TNGHS Resort Cidahu di dominasi oleh tumbuhan bawah *Diplazium esculentum*, *Calamus javensis*, *Athyrium dilatatum*, *Strobilanthes blumei*, *Blechnum orientale* di kawasan hutan Taman Nasional Gunung Halimun – Salak memiliki nilai penting yang tinggi, sebaran dan penutupan yang hampir sama pada ketinggian yang berbeda. *Diplazium esculentum* bermanfaat sebagai bahan makanan terutama dimanfaatkan sebagai bahan pangan sayuran, lalaban dan sebagai obat anti bau badan. Meskipun masih berupa tumbuhan bawah dan dalam proses pertumbuhan, *Diplazium esculentum* sebagai tumbuhan paku mempunyai fungsi ekologi yang berperan dalam pembentukan tanah dan dalam siklus-siklus pelapukan, memiliki kontribusi pada siklus karbon dan berperan sebagai alat regenerasi dalam suatu ekosistem hutan. Keanekaragaman tumbuhan bawah di dalam kawasan hutan resort Cidahu Taman Nasional Gunung Halimun – Salak tergolong tinggi dengan Indeks Keanekaragaman Shannon ($H' = > 3$). Tumbuhan paku dan tumbuhan bawah lainnya

mempunyai peranan yang sangat besar bagi kehidupan manusia baik langsung sebagai bahan pangan dan obat-obatan maupun untuk keseimbangan ekosistem hutan yang berfungsi sebagai pencegah erosi dan pengatur tata guna air.

Daftar Pustaka

- [1] www.dephut.go.id di akses pada tanggal 15 Juli 2016, pk. 15.05.
- [2] Rinaldi, Dones dkk. 2008. *Ekologi koridor Halimun – Salak Taman Nasional Gunung Halimun – Salak*. JICA - Gunung Halimun- Salak National Park Management Project dan Taman Nasional Gunung Halimun – Salak. 45 hal.
- [3] Widjaja, E. A., R. Abdulhadi, Y. Rahayuningsih, R. Ubaidillah, I. Maryanto, J.S. Rahajoe. 2014. *Kekinian keanekaragaman hayati Indonesia*. Jakarta . LIPI Press. xxiv + 344 halaman.
- [4] Schmidt & JHA Ferguson. 1951. *Rainfall types based on wet and dry period ratios for Indonesia with Western New Guinea*. Kementrian Perhubungan Djawatan Meteorologi dan Geofisic, Jakarta. Verhandelingen.
- [5] Kent, M. and P. Coker. 2012. *Vegetation description and analysis: apractical approach*. Belhaven Press. London.
- [6] Heyne, K, 1987. *Tumbuhan berguna Indonesia*. Jilid 1. Yayasan Sarana Wana Jaya, Jakarta. Hal 85 – 86.
- [7] Backer C.A nd R.C. Bakhuizen v/d Brink JR. 1965. *Flora of Java*. Noordhoff. Groningen, The Netherlands.
- [8] Larashati, I. 2010. Studi biodiversitas seedling di Taman Nasional Gunung Merbabu, Jawa Tengah. *Berkala Penelitian Hayati*, 5A hal. 25-28.
- [9] Larashati, I. 2010. Analisis tumbuhan bawah di hutan rawa gambut Sebangau Kalimantan Tengah, *Berkala Penelitian Hayati*, 4A hal. 19 – 22.
- [10] Larashati, I. 2011. Composition of under-shrubs species in Mount Salak National Park, West Java. *Berkala Penelitian Hayati*, Vol. 17. No.1; 5-8.
- [11] Ohsawa, M, Nainggolan PHJ, Tanaka N dan Anwar C, 1985. Altitudinal zonation of forest vegetation on mount Kerinci, Sumatra: with comparisons to zonation in the temperate region of east Asia. *Journal Tropical Ecology*. 1: 193-216.
- [12] Sastrapradja, S dan J.J. Afriastini. 1985. *Kerabat paku* . Lembaga Biologi Nasional. Bogor. Hal. 37
- [13] Siahaan, R dan Nio Song Ai. 2014. Jenis – jenis vegetasi riparian Sungai Ranoyapo, Minahasa Selatan. *Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi*. Volume 1(1), hal 7 – 14.
- [14] Jovale Vincent V. Tongco1, Ronald Arlet P. Villaber, Remil M. Aguda and Ramon A. Razal. 2014. Nutritional and phytochemical screening, and total phenolic and flavonoid content of *Diplazium esculentum* (Retz.) Sw. from Philippines. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, vol 6(8):238 – 242.

EK-28

Keragaman Jenis Jamur Makroskopis yang Tumbuh pada Substrat, Tanah dan Serasah di Blok Cisela Kawasan Cagar Alam Bojonglarang Jayanti, Cianjur, Jawa Barat

Betty Mayawatie Marzuki^{1,a)}, Arinasti Dian Wardani¹, Joko Kusmoro¹

¹Departemen Biologi Fakultas Matematik dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Padjadjaran

^{a)} mayawatiebetty@gmail.com

Abstrak. Telah Dilakukan Penelitian Mengenai Keragaman Jenis Jamur Makroskopis Substrat, Tanah Dan Serasah Di Blok Cisela Kawasan Cagar Alam Bojonglarang Jayanti, Cianjur, Jawa Barat. Penelitian Ini Bertujuan Untuk Mengetahui Kekaragaman Jenis Jamur Makroskopis pada Substrat, tanah dan serasah Di Blok Cisela Kawasan Cagar Alam Bojonglarang Jayanti, Cianjur, Jawa Barat. Metode yang digunakan adalah metode jelajah . Hasil pelitian mendapatkan 20 jenis jamur makroskopis yang tumbuh pada substrat tanah dan serasah yaitu *Cheilymenia* sp., *Lachnum* sp., *Thelephora* sp., *Higrocybe* sp., *Higrocybe miniata*, *Clavulinopsis laeticolor*, *Clavaria* sp., *Pholiota* sp., *Lycoperdon* sp. , *Lepiota* sp., *Inocybe asterospora*, *Marasmius siccus*, *Marasmiellus foetidus*, *Marasmius haematocephalus*, *Trametes* sp., *Ramaria* sp., *Ramaria abietina*, *Boletellus meruloides*, *Lentinus* sp. dan *Astraeus* sp. Ditemukan 20 jenis jamur makroskopis, terdiri dari 16 jenis yang tumbuh pada habitat tanah dan 4 jenis yang tumbuh pada habitat serasah

Kata kunci : Keanekaragaman, Jamur makroskopis, Substrat tanah dan serasah

Pendahuluan

Indonesia merupakan Negara yang memiliki hutan hujan tropis yang sangat luas bahkan menduduki peringkat ketiga di dunia [1]. Salah satu hutan hujan tropis yang ada di Indonesia adalah hutan dataran rendah Cagar Alam Bojonglarang Jayanti yang terletak di Cianjur, Jawa Barat. Hutan hujan tropis memiliki kekayaan hewan dan tumbuhan yang tinggi dan sekaligus merupakan sumber kayu dan serasah. Ciri khas Ekosistem hutan hujan tropis yaitu iklim yang lembab dengan curah hujan yang tinggi, matahari bersinar sepanjang tahun, dominansi populasi pepohonan tinggi sangat besar dengan kanopi yang berlapis- lapis. Kondisi hutan yang demikian menyebabkan sinar matahari yang masuk ke lantai hutan rendah dan kelembaban tinggi, sehingga hanya spesies yang toleran sinar matahari yang rendah saja yang hidup dengan subur, salah satunya yaitu jamur [2].

Jamur merupakan organisme berinti, berspora, tidak berklorofil dan dinding selnya tersusun oleh selulosa atau kitin [3]. Jamur, terutama jamur makro di hutan memiliki banyak peran penting dalam ekosistem hutan diantaranya dalam proses dekomposisi, siklus nutrisi, hubungan simbiosis dengan pohon-pohon dan tanaman lain, pengendalian biologis jamur lainnya [4]. Pertumbuhan jamur sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pH, suhu, kelembaban, intensitas cahaya, dan substrat sebagai tempat tumbuhnya. Substrat tersebut bisa berupa kayu lapuk, tanah atau serasah. Jamur memiliki keragaman hayati yang tinggi bahkan menduduki peringkat kedua setelah insekta. Dengan keragaman flora yang tinggi diperkirakan Indonesia memiliki potensi kekayaan hayati jamur sekitar 180.000-240.000 jenis (12-16% dari

total perkiraan 1,5 juta jenis) dan kurang dari 5.000 jenis yang sudah teridentifikasi dan terinventarisasi [5].

Sampai saat ini data dan literatur mengenai keanekaragaman makrofungi di Indonesia masih sangat terbatas. Di lain pihak, kita dihadapkan pada cepatnya laju penurunan keanekaragaman baik oleh proses alamiah maupun oleh ulah manusia. Jika hal ini terus berlanjut, maka banyak spesies makrofungi yang belum teridentifikasi mungkin akan segera punah, oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai makro fungi di hutan hujan tropis Cagar Alam Bojonglarang Jayanti, Cianjur, Jawa Barat.

Bahan dan Metode

Pengambilan data keragaman jenis jamur makroskopis dilakukan di hutan cagar alam Bojong Larang Jayanti Kabupaten Cianjur, provinsi Jawa Barat. Metode yang dipergunakan dalam Penelitian ini adalah metode jelajah dibantu dengan garis transek. sepanjang 300 meter dengan lebar ke kiri dan ke kanan masing-masing 5 meter, dibagi menjadi 5 stasiun pengamatan (60 meter / masing masing stasiun pengamatan). Pengamatan dilakukan dengan menjelajahi sepanjang garis transek. Jenis Jamur yang ditemukan di masing-masing stasiun pengamatan, diambil gambarnya (difoto) kemudian dicatat ciri –ciri morfologi, habitat data fisik lingkungan (pH, temperatur, ketinggian, kelembaban dan intensitas cahaya) serta kondisi vegetasi di sekitar lokasi tumbuhnya jamur. Jamur–jamur yang memungkinkan diidentifikasi, langsung dilakukan identifikasi di lapangan, jamur yang tidak memungkinkan untuk diidentifikasi dikoleksi berupa koleksi kering dan koleksi basah. Koleksi kering dilakukan dengan menggunakan oven dengan temperatur 40°C, sedangkan koleksi basah dengan memasukkannya dalam cairan FAA dilanjutkan identifikasi di laboratorium.

Hasil

Hasil Penelitian keragaman jenis jamur makroskopis yang tumbuh pada tanah dan seresah di Blok Cisalakawasan hutan cagar alam Bojong Larang Jayanti Cianjur, Jawa Barat disajikan dalam Tabel 1. Data fisik atau data lingkungan, Tabel 2. Jenis Jamur makroskopis yang tumbuh pada substrat tanah dan seresah, Tabel 3 klasifikasi jamur makroskopis yang tumbuh pada substrat tanah dan seresah.

Tabel 1. Data fisik (Ketinggian tempat, kelembaban udara, Intensitas cahaya, Suhu) Lokasi pengamatan Jamur di Blok Cisela Kawasan hutan Cagar Alam Bojonglarang Jayanti, Kabupaten Cianjur, provinsi Jawa Barat.

No	Data fisik	Stasiun Pengamatan				
		1	2	3	4	5
1	Ketinggian tempat m(meter) dpl (diatas permukaan laut)	46,3-53,3	45,7-66,1	59,7-74,1	42,7-76,2	48,8-83,2
2	Kelembaban Udara (%)	80-85	78-84	77-81	78-86	79-83
3	Intensitas Cahaya (Lux)	617-1420	594-1142	546-681	138-1173	160-273
4	Suhu (° Celsius)	27,8-30,9	27,8-28,9	27-29,1	26,6-30,4	26,6-28,4

Tabel 2. Jenis Jamur Makroskopis yang Tumbuh Pada Substrat Tanah dan Seresah, di Blok Cisela Kawasan hutan Cagar Alam Bojonglarang Jayanti, Kabupaten Cianjur, provinsi Jawa Barat.

NO	Jenis	Stasiun Pengamatan					Jenis substrat
		1	2	3	4	5	
1	<i>Astraeus</i> sp				v	v	Seresah
2	<i>Boletinus merulioides</i>	v					Tanah
3	<i>Cheilymenia</i> sp				v		Tanah

4	<i>Clavaria</i> sp			v	v	Tanah
5	<i>Clavulinopsis laeticolor</i>	v	v			Tanah
6	<i>Higrocybe miniata</i>	v	v	v		Tanah
7	<i>Higrocybe</i> sp	v				Tanah
8	<i>Inocybe asterospora</i>		v			Tanah
9	<i>Lachnum</i> sp	v				Tanah
10	<i>Lentinus</i> sp		v			Tanah
11	<i>Lepiota</i> sp			v		Tanah
12	<i>Lycoperdon</i> sp		v			Tanah
13	<i>Marasmiellus foetidus</i>	v				Seresah
14	<i>Masmius haematocephalus</i>		v	v	v	Seresah
15	<i>Marasmius siccus.</i>	v	v	v		Seresah
16	<i>Pholiota</i> sp		v			Tanah
17	<i>Ramaria abietina.</i>	v	v			Tanah
18	<i>Ramaria</i> sp	v				Tanah
19	<i>Thelephora</i> sp.	v	v	v	v	Tanah
20	<i>Trametes</i> sp.	v				Tanah

Keterangan : v Kehadiran jamur

Tabel 3. Klasifikasi jenis jamur yang ditemukan pada substrat tanah dan sersasah di Blok Cisela Kawasan Cagar Alam Bojonglarang Jayanti

Divisi	Classis	Ordo	Famili	Spesies
Ascomycota	Pezizomycetes	Pezizales	Pyronemataceae	<i>Cheilymenia</i> sp.
	Leotiomycetes	Helotiales	Hyaloscyphaceae	<i>Lachnum</i> sp.
Basidiomycota	Agaricomycetes	Thelephorales	Thelephoraceae	<i>Thelephora</i> sp.
			Hygrophoraceae	<i>Higrocybe</i> sp. <i>Higrocybe miniata</i>
			Clavariaceae	<i>Clavulinopsis laeticolor</i> <i>Clavaria</i> sp.
			Strophariaceae	<i>Pholiota</i> sp.
			Agaricaceae	<i>Lycoperdon</i> sp. <i>Lepiota</i> sp. (1)
			Inocybaceae	<i>Inocybe asterospora</i>
			Marasmiaceae	<i>Marasmius siccus</i> <i>Marasmiellus foetidus</i> <i>Marasmiushematocephalus</i>
		Polyporales	Polyporaceae	<i>Trametes</i> sp. <i>Lentinus</i> sp
		Gomphales	Gomphaceae	<i>Ramaria</i> sp. <i>Ramaria abietina</i>
		Boletales	Boletaceae	<i>Boletinus meruloides</i>
			Diplocystaceae	<i>Astraeus</i> sp.

Pembahasan

Blok Cisela Kawasan Cagar Alam Bojonglarang Jayanti, memiliki keragaman jenis jamur makroskopis yang cukup tinggi, dibuktikan dengan ditemukannya 20 jenis jamur makroskopis pada ke 5 stasiun pengamatan. Stasiun satu menghasilkan 11 jenis, stasiun dua menghasilkan 6

jenis, stasiun tiga menghasilkan 7 jenis stasiun empat menghasilkan 7 jenis, stasiun ke lima menghasilkan 3 jenis. Stasiun yang paling banyak menghasilkan jenis jamur makro adalah stasiun 1, sedangkan stasiun yang paling sedikit menghasilkan jenis jamur makro adalah stasiun ke lima. Masing masing stasiun pengamatan menghasilkan jumlah jenis jamur makro yang berbeda, walaupun hasil pengukuran data fisik di kelima stasiun pengamatan, menghasilkan data yang sesuai dengan persyaratan untuk pertumbuhan dan perkembangan jamur yaitu Ketinggian tempat berkisar 42,7-83,2 meter dpl, Kelembaban Udara berkisar 77-86%, Suhu berkisar 26,8-30,9°C, Intensitas Cahaya 138-1173 Lux. Menurut Deacon [6] jamur dapat tumbuh optimum pada suhu 25-35°C, spektrum cahaya yang relatif terhadap pertumbuhan jamur antara 380-720 lux. Gandjar et al (2006) menyatakan bahwa jamur dapat tumbuh pada kisaran kelembaban 70-90%.

Jamur yang ditemukan lebih banyak tumbuh pada substrat tanah (16 jenis) dibandingkan dengan yang tumbuh pada substrat serasah (4 jenis), hal ini disebabkan karena kondisi tanah pada saat penelitian cukup lembab sehingga jamur bisa tumbuh dengan baik, sedangkan kondisi serasah sudah agak mengering, kondisi yang demikian menyebabkan jamur sulit tumbuh.

Seluruh jenis jamur yang ditemukan, terbagi kedalam 2 divisi, 3 Kelas, 7 ordo, 13 famili dan 20 spesies (Tabel 3). Hasil penelitian menunjukkan bahwa spesies jamur makroskopis yang ditemukan sebagian besar termasuk divisi Basidiomycota dan sebagian kecil termasuk divisi Ascomycota (Tabel 3). Hal ini sesuai dengan pendapat Dwidjoseputro (1978) karakteristik jamur yang termasuk Basidiomycota kebanyakan makroskopis, sedangkan jamur yang termasuk Ascomycota kebanyakan bersifat mikroskopis, hanya sebagian kecil yang bersifat makroskopis dan memiliki tubuh buah.

Kesimpulan

Ditemukan 20 jenis jamur makroskopis, terdiri dari 16 jenis yang tumbuh pada habitat tanah dan 4 jenis yang tumbuh pada habitat serasah. Perlu dilakukan penelitian lanjutan pada lokasi yang berbeda area yang sama

Daftar Pustaka

- [1] WWF. 2005
- [2] Suharna, N. 1993. Keberadaan Basidiomycetes di Cagar Alam Bantimurung, Karaenta dan Sekitarnya, Maros, Sulawesi Selatan. Prosiding Seminar Hasil Litbang SDH 1993. Balitbang Mikrobiologi, Puslitbang Biologi- LIPI. Bogor.
- [3] Campbell, Reece dan Mitchell. 2003. Biologi Jilid 2. Jakarta: Erlangga.
- [4] Ostry, M.E., Neil, A.A., Joseph, G.O. 2010. *Field Guide to Common Macrofungi in Eastern Forests and Their Ecosystem Functions*. U.S. Forest Service, United States.
- [5] Hidayat, I. 2010. *Benarkah Indonesia Memiliki Keragaman Jenis Jamur yang Tinggi*. Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Bogor.
- [6] Deacon, J. W. 1984. *Introduction of Modern Mycology*. Blackwell Scientific Publications: Oxford, England. 239p.

EK-20

Kajian Etnobotani Tumbuhan yang Digunakan Sebagai Obat Batuk Alami Oleh Masyarakat di Desa Karangwangi, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat

Desak Made Malini^{1,a)}, Muhamad Insan¹⁾

*1 Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Padjadjaran*

a) desak_malini@yahoo.com

Abstrak. Berbagai jenis tumbuhan telah lama dipercaya oleh masyarakat tradisional sebagai obat yang dapat menyembuhkan berbagai macam penyakit secara alami. Desa Karangwangi, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat merupakan salah satu desa yang memiliki fasilitas kesehatan terbatas dan masih bergantung pada tumbuhan obat yang tumbuh di sekelilingnya. Sebagian besar masyarakat di desa tersebut menggunakan dan memiliki pengetahuan tentang tumbuhan herbal yang dapat digunakan untuk mengobati berbagai penyakit, salah satu diantaranya adalah sakit batuk. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji dan mendokumentasikan informasi tentang pemanfaatan berbagai macam tumbuhan yang digunakan oleh masyarakat untuk mengobati sakit batuk di Desa Karangwangi. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan metode kombinasi kualitatif dan kuantitatif dengan cara wawancara semistruktur terhadap informan kunci, observasi langsung, dan pengisian kuisioner oleh responden. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 15 jenis tumbuhan dari 10 famili yang digunakan sebagai obat batuk alami. Tumbuhan-tumbuhan tersebut digunakan dengan cara diambil airnya seperti diperas, dituak (batang dipotong), dan dicincau (daun diremas), serta dengan cara dibuhbuy (dipanaskan di dalam abu tungku). Informasi tentang penggunaan tumbuhan sebagai obat tradisional oleh masyarakat sangat penting didokumentasikan demi keberlanjutan dan kelestariannya serta untuk pengembangan pemanfaatan tumbuhan obat.

Kata kunci : etnobotani, tumbuhan obat, batuk, Desa Karangwangi

Abstract. Variety of plants were believed by traditional communities as a medicine that be able to cure their illness. Due to poor condition of modern healthcare facilities and poverty, indigenous people of the Karangwangi village fully or partially depend on local medicinal plants. The purpose of this study is to determine the types of plants, particularly certain parts of plants that can be used for treatment cough and to know the way of processing by communities in Karangwangi village. Direct observation and semi-structured interview of key informant were used to get the information about the medical plant that used to cure cough by local people in Karangwangi village, South Cianjur, West Java. The medicinal plants used in the treatment of cough were inventoried. The results showed there are 15 types plant of medicinal from 10 families were used as a natural cough remedy.

Key words : Ethnobotany study, medicinal plants, traditional medicine, cough, Karangwangi

Pendahuluan

Masyarakat tradisional telah sejak lama memiliki berbagai pengetahuan untuk mengobati penyakit. Pengetahuan masyarakat tradisional diturunkan dari generasi ke generasi dan sangat bermanfaat untuk pengembangan obat-obat herbal saat ini. Salah satu masyarakat tradisional yang memiliki pengetahuan tradisional tentang tumbuhan obat adalah masyarakat Desa Karangwangi. Desa Karangwangi merupakan salah satu desa di Cianjur, Jawa Barat yang berbatasan langsung dengan Cagar Alam Bojonglarang Jayanti. Keberadaan cagar alam yang memiliki keanekaragaman flora mendorong masyarakat Desa Karangwangi untuk menggunakan sumber daya tersebut sebagai obat tradisional. Hal ini didukung pula dengan keadaan desa yang memiliki fasilitas kesehatan rendah dan belum merata. Oleh karena itu masyarakat Desa Karangwangi cenderung masih mengandalkan pengobatan secara tradisional.

Pengobatan menggunakan tumbuhan telah lama dipercaya masyarakat sebagai obat yang berkhasiat menyembuhkan berbagai macam penyakit, salah satunya adalah untuk mengobati batuk. Batuk merupakan suatu refleksi fisiologi protektif yang bermanfaat untuk mengeluarkan dan membersihkan saluran pernapasan dari dahak, debu, zat-zat perangsang asing yang dihirup, partikel-partikel asing, dan unsur-unsur infeksi. Batuk merupakan suatu gejala yang sering diderita oleh masyarakat Indonesia terutama disebabkan faktor cuaca. Jika tidak ditangani batuk seringkali dapat mengganggu aktivitas sehari-hari [1].

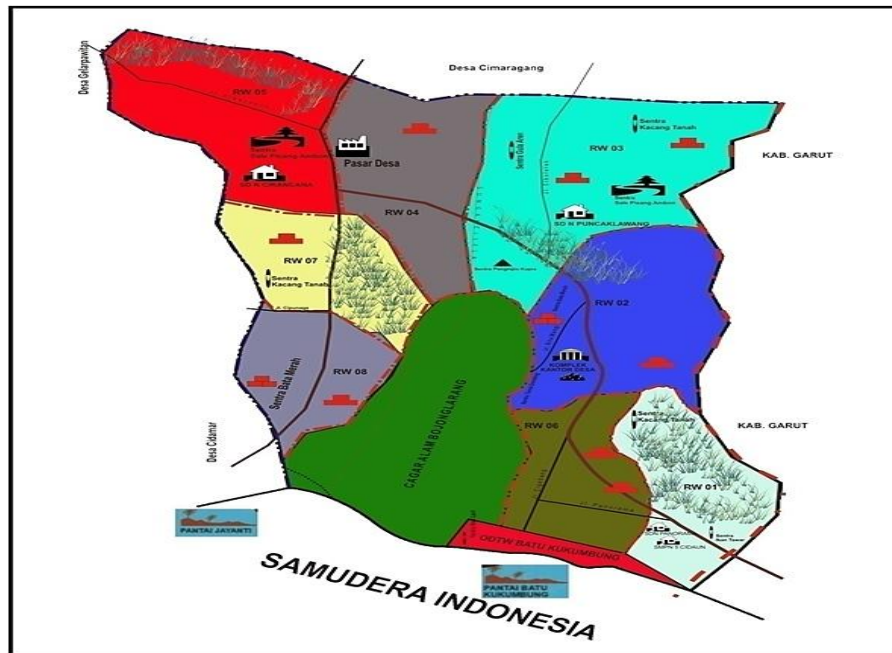
Masyarakat Indonesia terutama yang ada diperkotaan pada umumnya mengandalkan obat batuk berbahan dasar kimia dan tidak alami yang biasa dijumpai di rumah sakit, warung, dan apotik. Obat kimia seringkali mengakibatkan efek samping apabila digunakan secara tidak tepat dan berulang untuk jangka waktu yang lama. Contoh dari obat batuk yang biasa digunakan adalah Dextrometorfan HBr. Obat ini berkhasiat menekan rangsangan batuk, yang sama kuatnya dengan kodein. Mekanisme kerjanya terjadi berdasarkan peningkatan ambang pusat batuk di otak. Mengonsumsi obat ini dalam jumlah banyak dapat menimbulkan semacam euphoria yang diakibatkan oleh narkotik. Efek samping lainnya yang sering diakibatkan oleh obat batuk adalah rasa mengantuk, pusing, dan gangguan saluran pencernaan seperti lambung usus. Selain itu untuk obat batuk dalam bentuk sirup seringkali ditemukan alkohol sebagai pelarutnya [1].

Oleh karena itu perlu dilakukan inventarisasi dan dokumentasi berbagai jenis tanaman obat yang digunakan oleh masyarakat di desa Karangwangi sebagai obat batuk, sebagai salah satu cara penyembuhan alternatif yang lebih murah dan aman. Selain itu hasil inventarisasi tumbuhan obat ini dapat menjadi bahan acuan untuk pengembangan obat baru melalui pengujian-pengujian lebih lanjut.

Bahan dan Metode.

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Desa Karangwangi, Kecamatan Cidaun, Kabupaten Cianjur, Provinsi Jawa Barat, Indonesia pada bulan September-Oktober 2015. Desa Karangwangi terdiri dari 8 RW dan 33 RT dengan jumlah penduduk 6.868 orang yang dikelompokkan menjadi 2141 KK. (Gambar 1).



Gambar1. Lokasi Penelitian di Desa Karangwangi, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah alat tulis, buku catatan, dan kamera digital. Bahan yang digunakan adalah kuisioner dan data monografi desa.

Metode penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksplorasi kombinasi kualitatif dan kuantitatif dengan pendekatan etnobotani [2]. Teknik pengumpulan data kualitatif dilakukan dengan wawancara semistruktur pada informan kunci (dukun, paraji, dan masyarakat pengguna tumbuhan) serta observasi langsung. Informan kunci (*key informant*) ditentukan dengan menggunakan teknik *snowball sampling*. Informasi kualitatif yang digali adalah informasi jenis tumbuhan obat, bagian yang dimanfaatkan, dan cara pengolahannya. Teknik pengumpulan data kuantitatif dilakukan menggunakan kuisioner dengan tipe pertanyaan *open ended* kepada 91 responden. Sampel tumbuhan yang diperoleh, dikoleksi dengan menggunakan teknik herbarium dan diidentifikasi di Laboratorium Botani Taksonomi Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran.

Analisis Data

Data kualitatif dianalisis secara deskriptif, untuk menggambarkan jenis tumbuhan obat dan bagian-bagian dari tumbuhan yang dimanfaatkan serta cara pengolahannya. Data kuantitatif dianalisis dengan statistik sederhana dan selanjutnya dilakukan analisis deskriptif [3].

Hasil

Penyakit Batuk pada Masyarakat Desa Karangwangi

Batuk menurut masyarakat Desa Karangwangi merupakan penyakit pada organ pernafasan meliputi hidung, tenggorokan, hingga paru-paru. Penyakit ini biasanya disebabkan oleh faktor-faktor lingkungan seperti debu, udara dingin seperti angin pada saat melaut, dan cuaca tidak mendukung, serta terlalu banyak beraktivitas. Penyakit ini biasanya sering menyerang warga

yang sudah berusia lanjut dan anak-anak. Masyarakat Desa Karangwangi memiliki cara yang bervariasi dalam mengobati penyakit batuk. Sebagian besar masyarakat Desa Karangwangi mengobati batuk dengan menggunakan obat tradisional karena mudah ditemukan dan tidak memerlukan biaya. Selain itu, terdapat pula masyarakat yang berobat ke puskesmas, mantri, dan membeli obat di warung. Fasilitas kesehatan di desa tersebut seperti mantri dan puskesmas lokasi cukup jauh dari desa sehingga masyarakat desa lebih cenderung menggunakan obat tradisional dari pada obat-obat farmasi yang beredar.

Jenis Tumbuhan dan Pemakaiannya Menurut Masyarakat Desa Karangwangi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 15 jenis tumbuhan yang termasuk ke dalam 10 famili yang digunakan oleh masyarakat Desa Karangwangi sebagai obat batuk alami (Tabel 1 dan Gambar 2).

Tabel 1. Jenis-jenis tumbuhan yang digunakan oleh masyarakat Desa Karangwangi untuk obat batuk alami

No	Nama Daerah	Nama Latin	Familia	Bagian Tumbuhan	Cara pengolahan dan pemakaian
1	Kajar-kajar	<i>Alocasia macrorrhiza</i> (L.) G. Don	Araceae	Tangkai daun	<i>Dituak</i> (diambil airnya),
2	Taleus	<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott	Araceae	Pucuk dan	dikukus atau diambil airnya,
3	Hoe	<i>Calamus</i> sp.	Arecaceae	Pucuk daun	<i>Dibuhbuy</i> (dipanaskan di dalam
4	Hanjuang	<i>Cordyline fruticosa</i> (L.) A.Chev	Asparagaceae	Pucuk daun	<i>Dibuhbuy</i> (dipanaskan di dalam
5	Areuy	<i>Mucuna gigantea</i> (Willd.) DC.	Fabaceae	Batang	<i>Dituak</i> (diambil airnya) ,
6	Dadap	<i>Erythrina variegata</i> L.	Fabaceae	Daun dan	<i>Dicincau</i> (diremas, diambil
7	Awi	<i>Gigantochloa verticillata</i> (Willd.)	Poaceae	Batang	<i>Dituak</i> (diambil airnya),
8	Awi hideung	<i>Gigantochloa atrovioleacea</i>	Poaceae	Batang	<i>Dituak</i> (diambil airnya),
9	Haur koneng	<i>Bambusa vulgaris</i> Schard.Ex var	Poaceae	Batang	<i>Dituak</i> (diambil airnya),
10	Cangkudu	<i>Morinda citrifolia</i> L.	Rubiaceae	Daun	<i>Dicincau</i> (diremas, diambil
11	Jeruk nipis	<i>Citrus aurantiifolia</i> (Christm.)	Rutaceae	Buah dan	<i>Dicincau</i> (diremas, diambil
12	Ki baceta	<i>Clausena indica</i> (Dalzell) Oliv.	Rutaceae	Daun	Dipanaskan dekat api,
13	Pulus	<i>Dendrocnide stimulans</i> (L.f.)	Urticaceae	Batang	<i>Dituak</i> (diambil), diminum
14	Ki barela	<i>Tetrasigma lanceolarium</i> (Roxb.)	Vitaceae	Batang	<i>Dituak</i> (diambil), diminum
15	Laja	<i>Alpinia galanga</i> (L.) Willd.	Zingiberaceae	Rimpang	Direbus di dalam 1 liter air



1. Kajar-kajar (*Alocasia macrorrhiza* (L.) G. Don)



2. Taleus lempung (*Colocasia esculenta* (L.) Schott)



3. Hoe (*Calamus* sp.)



4. Hanjuang (*Cordyline fruticosa* (L.) A.Chev)



5. Areuy gongseng (*Mucuna gigantea* (Willd.) DC.)



Dadap minyak (*Erythrina variegata* L.)



7. Awi gombong (*Gigantochloa verticillata* (Willd.) Munro.)



8. Awi hideung (*Gigantochloa atrovioleacea* Widjaja.)



9. Haur koneng (*Bambusa vulgaris* Schard. Ex var striata)



10. Cangkudu (*Morinda citrifolia* L.)

11. Jeruk nipis (*Citrus aurantiifolia* (Christm.) Swingle)

12. Ki baceta (*Clausena indica* (Dalzell) Oliv.)



13. Pulus (*Dendrocnide stimulans* (L.f.) Chew)

14. Ki barela (*Tetrasigma lanceolarium* (Roxb.) Planch.)

15. Laja (*Alpinia galanga* (L.) Willd.)

Gambar 2. Jenis-jenis tanaman yang dipakai sebagai obat batuk alami di Desa Karangwangi.

Pembahasan

Jenis Tumbuhan Obat Menurut Tinjauan secara Ilmiah

1. Kajar-kajar (*Alocasia macrorrhiza* (L.) G. Don)

Secara morfologi kajar-kajar (*Alocasia macrorrhiza*) merupakan tumbuhan herba yang sangat besar dengan batang tegak. Daun berbentuk mata panah dengan tangkai daun yang sangat panjang. Perbungaan tongkol, berumah satu, perbungaan ditutupi oleh seludang menyerupai tabung berbentuk lanset sampai melonjong pada bagian ujungnya. Secara tradisional batangnya dikenal sebagai obat pencahar dan tangkai daunnya sebagai obat batuk [4]. *Alocasia macrorrhiza* dapat digunakan untuk mengobati batuk karena memiliki aktivitas antibakteri pada bakteri gram negatif dan bakteri gram positif pada saluran nafas. Selain itu aktivitas antibakteri pada tumbuhan ini dapat pula mengobati penyakit saluran nafas lainnya seperti pneumonia yang disebabkan oleh *Klebsiella pneumonia*[5]. Aktivitas antibakteri ini diduga disebabkan oleh adanya senyawa saponin, flavonoid, dan polifenol pada tangkai daun *Alocasia macrorrhiza*[6].

2. Taleus lempong (*Colocasia esculenta* (L.) Schott)

Secara morfologi taleus lempong (*Colocasia esculenta*) merupakan tumbuhan herba, tinggi mencapai 100 cm, dan umbi kecil membulat. Daun berbentuk perisai, memiliki banyak variasi warna pada daun dan tangkainya, tulang daun terlihat sangat jelas pada permukaan bawah daun. Pembungaan berbentuk tongkol yang dikelilingi seludang [7]. Masyarakat Desa Karangwangi memanfaatkan pucuk daun taleus lempong (*C. esculenta*) untuk mengobati infeksi saluran nafas seperti radang tenggorokan dan batuk (*gohgoy*). Pucuk daun *C. esculenta*

mengandung alkaloid, vitamin, dan glukosida yang dapat menghambat aktivitas bakteri pada saluran pernafasan, sehingga membantu mengurangi infeksi yang merangsang batuk. Masyarakat tradisional seperti di Papua memanfaatkan *C. esculenta* untuk mengobati luka dengan cara menempelkan getah tangkai daun dan mengobati infeksi pada saluran nafas dengan cara memanaskan pucuk daun dan dimakan atau merebus daun dan diminum hangat-hangat [8].

3. Hoe (*Calamus* sp.)

Secara morfologi *Calamus* sp. termasuk tumbuhan semak dan seringkali berduri. *Calamus* sp. berdaun majemuk dan juga ditumbuhi duri. Tumbuhan ini berbunga majemukdan terbungkus seludang. Pucuk daun Hoe atau Rotan sering digunakan masyarakat tradisional sebagai bahan obat untuk mengobati radang tenggorokan dan batuk. Tumbuhan ini mengandung senyawa tanin yang memiliki aktivitas antibakteri yang mencegah dan mengobati infeksi pada tenggorokan [9].

4. Hanjuang (*Cordyline fruticosa* (L.) A.Chev)

Hanjuang adalah tumbuhan perdu tegak dengan tinggi 2-4 m. Daun tunggal dengan warna hijau ada juga yang berwarna merah kecoklatan. Letak daun tersebar pada batang, terutama berkumpul di ujung batang. Helaian daun panjang berbentuk lanset. Hanjuang merupakan salah satu tumbuhan yang banyak digunakan sebagai obat tradisional. Daun tumbuhan ini dipercaya dapat menyembuhkan batuk berdarah, urin berdarah, diare, atau disentri (Dalimartha, 2006). Aktivitas ini diakibatkan oleh senyawa pada daun hanjuang seperti fenol, saponin dan steroid. Senyawa-senyawa ini memiliki kemampuan antibakteri yang baik untuk mengobati penyakit-penyakit infeksi [11].

5. Areuy gongseng (*Mucuna gigantea* (Willd.) DC.)

Tumbuhan ini merupakan tumbuhan herba memanjat, dengan daun majemuk yang besar dan biasa ditemukan memanjat di pohon-pohon besar [12]. Tumbuhan *Mucuna pruriens* yang dikelompokkan satu genus dengan *Mucuna gigantea* mengandung saponin yang dapat menghambat bakteri dengan spektrum luas terhadap bakteri gram negatif maupun gram positif, sehingga memiliki potensi untuk menghambat aktivitas bakteri pada saluran pernafasan [13].

6. Dadap minyak (*Erythrina variegata* L.)

Erythrina variegata merupakan pohon dengan tinggi 15-20 m dengan kulit kayu yang mudah mengelupas. Daun majemuk dengan anak daun tiga, daun berbentuk segitiga atau belah ketupat. Tipe bunga majemuk, bentuk tandan, dan berbuah polong dengan warna coklat sampai berwarna hitam [14]. Batang mengandung saponin, flavonoid, alkaloid, dan polifenol. Senyawa-senyawa tersebut memiliki aktivitas antibakteri seperti pada saluran nafas dan memiliki kemampuan sebagai antiradang [15].

7. Awi gombang (*Gigantochloa verticillata* (Willd.) Munro.)

Gigantochloa verticillata merupakan salah satu jenis bambu yang memiliki batang berbentuk silindris, berbuku-buku, beruas-ruas, berongga, dan berdinding keras. Permukaan batang bambu ini berwarna hijau mengkilap, tidak memiliki banyak rambut atau bulu-bulu gatal [16]. Belum banyak dilaporkan penelitian ilmiah pada tumbuhan ini namun masyarakat lokal telah menggunakan awi gombang untuk obat batuk secara turun temurun dengan membuat tuak (batang dipotong dan airnya ditampung dan diminum) dari bambu.

8. Awi hideung (*Gigantochloa atroviolaceae* Widjaja.)

Jenis ini disebut awi hideung atau bambu hitam karena warna batangnya hijau kehitam-hitaman. Rumpun bambu ini agak panjang. Batangnya tegak dengan tinggi 20 m. Bambu ini banyak dimanfaatkan untuk kerajinan dan bahan bangunan [17]. Belum banyak dilaporkan penelitian ilmiah pada tumbuhan ini namun masyarakat local telah menggunakan awi hideung

untuk obat batuk secara turun temurun dengan membuat tuak (batang dipotong dan airnya ditampung dan diminum) dari bambu.

9. Haur koneng (*Bambusa vulgaris* Schard. Ex var *striata*)

Bambusa vulgaris disebut haur koneng karena warna buluh atau batangnya kuning mengkilap. Tumbuhan ini memiliki tinggi 10-20 m dan diameter 4-10 cm [18]. Bambu ini banyak digunakan untuk bahan bangunan dan peralatan rumah tangga. Selain itu, masyarakat lokal menggunakan bambu ini untuk mengobati radang tenggorokan, batuk, dan mengeluarkan dahak saat batuk. Menurut Macherla [19], kemampuan ini disebabkan karena *B. vulgaris* yang mengandung karbohidrat, tannin, fenol, saponin, flavonoid, dan steroid. Senyawa kimia tersebut memiliki aktivitas antibakteri yang kuat bahkan dapat menghambat *Klebsiella pneumonia*.

10. Cangkudu (*Morinda citrifolia* L.)

Morinda citrifolia merupakan pohon yang memiliki bunga bongkol berwarna putih. Buahnya merupakan buah majemuk, yang masih muda berwarna hijau mengkilap dan memiliki bintik-bintik dan ketika matang menjadi pucat dengan bintik-bintik hitam [20]. *Morinda citrifolia* dikenal dapat menyembuhkan banyak penyakit oleh masyarakat tradisional. Buahnya dapat digunakan untuk pengobatan asma dan gangguan pernafasan lainnya seperti batuk dan radang tenggorokan karena adanya senyawa kimia seperti alkaloid, polisakarida, dan skopoletin (khas pada tumbuhan ini) [21].

11. Jeruk nipis (*Citrus aurantiifolia* (Christm.) Swingle)

Jeruk nipis termasuk jenis tumbuhan perdu dengan batang berkayu dan daun majemuk. Buah berbentuk bulat sebesar bola pingpong dengan diameter 3,5-5 cm. Kulitnya berwarna hijau atau kekuning-kuningan dengan daging buah berwarna kuning kehijauan [22]. Jeruk nipis merupakan obat tradisional seperti obat batuk, penghilang rasa lelah, panas dalam, dan lain sebagainya. Jeruk nipis dapat digunakan sebagai obat batuk karena adanya asam sitrat, asam amino (triftofan, lisin), minyak atsiri (sitral, limonen) [23].

12. Ki baceta (*Clausena indica* (Dalzell) Oliv.)

Ki baceta merupakan salah satu tumbuhan dari genus *Clausena*. Genus ini diketahui banyak dipakai sebagai pestisida dan pengobatan karena mengandung banyak metabolit sekunder yang menguntungkan. *Clausena indica* adalah tumbuhan dengan daun majemuk, daun kecil, berwarna hijau, dan memiliki aroma yang enak. Tumbuhan ini termasuk keluarga Rutaceae yang memiliki banyak kandungan minyak atsiri. Kandungan tersebut dapat membantu mengobati berbagai gangguan pada saluran nafas seperti asma dan batuk [24]. *Clausena indica* mengandung minyak atsiri yang terdiri dari sabinen dan terpinen. Senyawa ini memberi efek terapi dan memiliki aktivitas antibakteri (Anil *et al.*, 2011).

13. Pulus (*Dendrocnide stimulans* (L.f.) Chew)

Pulus atau *Dendrocnidestimulans* merupakan salah satu contoh tumbuhan dari family Urticaceae. Tumbuhan ini dikenal sebagai tumbuhan berbahaya dan beracun karena memiliki rambut-rambut halus yang mengakibatkan gatal dan iritasi bila kontak dengan kulit [26]. Masyarakat Desa Karangwangi menggunakan cairan dari batang yang ditampung untuk mengobati batuk. Belum banyak dilaporkan penelitian ilmiah mengenai hal ini namun terdapat penelitian yang menyebutkan bahwa *Dendrocnide stimulans* memiliki aktivitas antibakteri yang dapat melawan infeksi bakteri yang memungkinkan untuk mengobati obat batuk [27].

14. Ki barela (*Tetrastigma lanceolarium* (Roxb.) Planch.)

Tetrastigma lanceolarium merupakan tumbuhan liana yang menjalar ke atas dan menempati posisi yang teratas pada tajuk pohon. Tumbuhan ini memiliki batang pipih yang sering menjadi habitat inang *Rafflesia patma* [28]. Belum banyak dilaporkan penelitian ilmiah tentang tumbuhan ini, namun masyarakat lokal telah menggunakan tumbuhan ini untuk obat

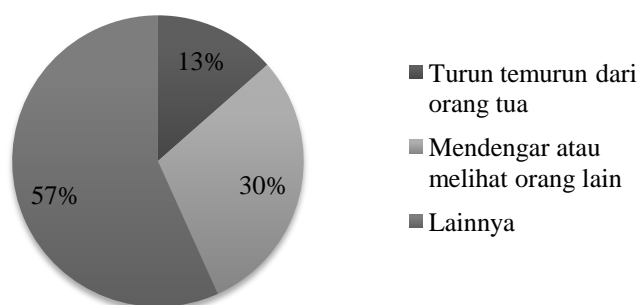
batuk karena memiliki cadangan air yang cukup banyak pada bagian batangnya dan menurut masyarakat berkhasiat.

15. Laja (*Alpinia galanga* (L.) Willd.)

Tumbuhan rimpang tidak berkayu, susunan akar lebih cagak serta batang lebih besar, memiliki akar rimpang yang rasanya pahit, pedas dan berbau harum [4]. Rimpang dari tumbuhan ini sering digunakan untuk obat dan rempah pada bahan pangan. Salah satu penyakit yang dapat diobatinya adalah demam, sakit tenggorokan, sariawan, batuk berdahak, radang paru-paru, dan menghilangkan bau mulut. *Alpinia galanga* memiliki minyak atsiri yang mengandung metil-sinamat, sineol, eugenol, kamfer, seskuiterpen, dan galangin [29].

Sumber dan Pewarisan Pengetahuan Tumbuhan

Pengetahuan mengenai penggunaan tumbuhan untuk obat diabetes pada masyarakat Desa Karangwangi pada umumnya didapatkan dari berbagai sumber yang dapat dilihat pada Gambar 3. Pengetahuan penggunaan tumbuhan yang didapat biasanya diwariskan oleh para orangtua agar keturunannya memiliki pengetahuan untuk mengobati penyakit. Cara pewarisan pengetahuan tersebut dilakukan melalui lisan dan praktek. Cara lisan dilakukan dengan memberi tahu tumbuhan apa yang dapat berkhasiat mengobati penyakit. Sedangkan, cara praktek dilakukan dengan mengajak keturunan mereka untuk membantu mencari tumbuhan dan membantu untuk menyiapkan ramuan obat.



Gambar 3. Sumber pengetahuan tentang tumbuhan yang berkhasiat sebagai obat batuk alami

Kesimpulan

Terdapat 15 spesies tumbuhan dalam 10 famili tumbuhan yang dimanfaatkan masyarakat Desa Karangwangi sebagai obat batuk tradisional. Penggunaan tumbuhan tersebut dapat dilakukan dengan cara diambil airnya seperti diperas, *dituak*, dan *dicincau*, sedangkan pemakaian lainnya adalah dengan cara *dibuhbuy*. Pengetahuan tentang tumbuhan herbal sebagian besar didapatkan turun-temurun dari orang tua mereka. Hasil studi literatur menunjukkan bahwa sebagian besar tumbuhan yang digunakan masyarakat Desa Karangwangi dapat dibuktikan secara ilmiah untuk mengobati batuk. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui kandungan kimia dan efektifitas tumbuhan yang digunakan masyarakat. Adanya informasi khasiat serta kandungan kimia yang telah dipaparkan diharapkan dapat mengembangkan potensi tumbuhan sebagai bahan baku obat-obatan herbal yang saat ini banyak dikembangkan.

Ucapan Terimakasih

Penelitian ini didukung oleh Academic Leadership Grant (ALG) Universitas Padjadjaran dari Prof. Johan Iskandar yang pendanaannya disokong oleh Rektor Universitas Padjadjaran.

Daftar Pustaka

- [1] Tjay, T. H., dan K. Rahardja. 2007. Obat-Obat Penting Khasiat, Penggunaan, dan Efek-Efek Sampingnya Edisi ke VI. PT Elex Media Komputindo, Jakarta.
- [2] Martin, G.J. 1995. Ethnobotany: A Methods Manual. Chapman & Hall, London.
- [3] Singarimbun dan Effendi, 1995. Metode Penelitian Survei. LP3S, Jakarta.
- [4] Lemmens, R.H.M.J. and Bunyaphratharsa. 2003. PROSEA : Medicinal and poisonous plants Vol. 3. Backhuys Publishers, Netherlands.
- [5] Mulla, W.A., P.B Sargade, A.M Pawar, H.A Tarkasband, dan FJ Sayyad. 2010. Antimicrobial activity of *Alocasia indica*. *Int J Pharm Tech Res*, 2:327-333.
- [6] Asolkar, L.V., K.K Kakkar, O.J Chakre. 1992. Glossary of Indian medicinal plants with active principles. 2nd edition. New Delhi; National Institute of Science Communication and information resources CSIR, New Delhi.
- [7] Purseglove, J.W. 1975. Tropical Crops : Monocotyledons. Longman Group Ltd., London.
- [8] WHO. 2009. Medicinal Plants in Papua New Guinea. WHO, Philipines.
- [9] Januminro. 2000. *Rotan* Indonesia. KANISIUS, Yogyakarta.
- [10]
- [11] Purba, R., E.T Arung, T. Tranoto. 2014. Uji bioaktivitas pada ekstrak kasar etanol, fraksi n-heksan, etil asetat dan etanol-air dari daun andong (*Cordyline terminalis* kunth). *Jurnal Kimia Mulawarman*, 11(2):88-93.
- [12] Gurumoorthi P, S.S Kumar, V. Vadivel, and K. Janardhanan. 2003. Studies on agrbotanical characters of different accessions of velvet bean collected from Western Ghats, South India. *Tropical and subtropical Agroecosystems*, 2:105-115.
- [13] Rajeshwar Y, M. Gupta, and U.K Mzumder. 2005. In vitro lipid peroxidation and antimicrobial activity of *Mucuna pruriens* seeds. *Iranian Journal of Pharmacology and Therapeutics* 4(1): 2005; 32-35.
- [14] Tampubolon, W. 2011. Informasi Singkat Benih : *Erythrina variegata*. BPTH, Sulawesi.
- [15] Venkatesan, D and C.M Karrunakaran. 2010. Antimicrobial activity of selected Indian Medicinal Plants. *Journal of Phytology*, 2(2):44-48.
- [16] Rulliaty, S., N. Hadjib, G. Pari, M. Muslich, Jasni, I.M Sulastiningsih, S. Komarayati, Abdurahman, S. Suprati, dan Efrida Basr. 2010. Sifat Dasar dan Kegunaan Bambu. LIPI, Bogor.
- [17] Berlian, N. dan E. Rahayu. 1995. Jenis dan Prospek Bisnis Bambu. Penebar Swadaya, Jakarta.
- [18] Drandfield, S and E. A Widjadja. 1995. Plant Resources of South-East Asia No. 7 : Bamboos. Backhuys Publishers, Leiden, Netherlands.
- [19] Macherla, S.I, M. Sabat, Sharadanalla , G. Venkateshwarlu, E. Rajeshwari. 2012. Evaluation of anti-microbial activity of *Bambusa vulgaris* leaves. *International Journal of Phytotherapy Research*, 2(2):36-39.
- [20] Djauhariya E, M. Rahardjo, Ma'mun. 2006. Karakterisasi Morfologi dan Mutu Buah Mengkudu. *Bul. Plasma Nutf.*, 12(1) : 1-8.
- [21] Wijayakusuma, H.M., H.S Dalimarta, A.S Wirian, T. Yaputra, dan B. Wibowo. 1992. Tanaman Berkhasiat Obat di Indonesia. Pustaka Kartini, Jakarta.
- [22] Steenis, C.G.G.J. 2006. Flora. PT. Pradya Paramita, Jakarta.
- [23] Rukmana, R. 1996. Jeruk Nipis. Kanisius, Yogyakarta.
- [24] Burkill, I.H. 1966. A Dictionary of The Economic Products of The Malay Peninsula Vol. 1 and 2. Min. Agric. & Coop. Govt. of Malaysia and Singapore.
- [25]

- [26] Zhengyi, W., P. H Raven and H. Deyuan.2003. Flora of China Volume 5.Missouri Botanical Garden Press, China.
- [27] Mariani, R., E.Y Sukandar, A. G Suganda.2014.Antimicrobial activity from Indonesian Urticaceae. *Int J Pharm Pharm Sci*, 6(4):191-193.
- [28] Hernidiah, N. 1999. Skripsi Sarjana, Jurusan Konservasi Sumberdaya Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- [29] Morita, H. and H. Itokawa.1988. Cytotoxic and antifungal diterpenes from the seeds of *Alpinia galanga*. *Planta. Med.*, 54:117-120.

EK-27

Populasi Surili (*Presbytis comata*) dan Lutung Jawa (*Trachypithecus auratus*) di Cagar Alam Gunung Tilu

Edhu Enriadis Adilingga^{1, a)} dan Ruhyat Partasasmita^{1, 2, b)}

¹ Program Studi Sarjana Biologi, Departement Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran

² Program Studi Magister Biologi, Departement Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran

^{a)} edhuenriadis@gmail.com

^{b)} ruhyat.partasasmita@unpad.ac.id

Abstrak. Surili (*Presbytis comata*) berdasarkan IUCN berstatus konservasi Endangered sejak tahun 1988. Selain Surili, primata endemik berstatus konservasi adalah Lutung Jawa (*Trachypithecus auratus*) berkategori Vulnerable A2cd ver 3.1 pada tahun 2008, namun tahun 2000 sempat berstatus Endangered. Kedua satwa tersebut, menurut warga sekitar kawasan Cagar Alam Gunung Tilu ditemukan di Blok K11 (Gunung karang Tengah dan Gunung Waringin) dan Blok Dewata. Publikasi tentang status keberadaan kedua primata tersebut di CA Gunung Tilu belum tersedia terutama mengenai kepadatan. Blok K11 dan Dewata mengindikasikan potensial untuk ditempati oleh Surili dan Lutung Jawa. Survey populasi Surili dan Lutung Jawa dilakukan menggunakan metode transek dengan lebar jalur tetap (Fixed-width transects) sepanjang 1 km. Blok di buat menjadi 3 transek dengan belt transek lebar 50 m, dengan jarak antar transek 500 m. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah individu primata di Blok K11 (Gn Waringin dan Gn Karang tengah) dan Blok Dewata adalah berturut-turut Surili 3-4 individu dan Surili 3-6 individu. Kepadatan individu Surili 0,2 – 0,67 ind/ha, dan kepadatan kelompok sebesar 0,13 kel/ha di blok K11, sedangkan di blok Dewata tidak ditemukan. Lutung di blok K11 sebanyak 4 individu dan satu Lutung soliter sehingga kepadatan populasi lutung di blok K11 adalah 0,07 – 0,33 ind/ha, dengan kepadatan kelompok sebesar 0,13 kel/ha. Kelompok Lutung di blok Dewata hanya ada satu kelompok berjumlah 6-12 individu, dengan kepadatan populasi 0,6-0,12 ind/ha dan kepadatan kelompok 0,1 kel/ha.

Kata kunci: CA Gunung Tilu, lutung, populasi, surili

Pendahuluan

Di dunia terdapat sekitar 200 jenis primata (bangsa kera dan monyet) dan 40 jenis atau hampir 25 % diantaranya hidup di Indonesia [1]. Sekitar 70% primata Indonesia terancam punah akibat berkurang atau rusaknya habitat dan penangkapan liar untuk diperdagangkan [2]. Salah satu primata endemik Indonesia yang berada di Jawa yang memiliki status konservasi terancam punah ialah Surili (*Presbytis comata* Desmarest, 1822). Berdasarkan IUCN Redlist, Surili memiliki status konservasi Endangered (terancam punah) sejak tahun 1988 hingga sekarang. Selain Surili, primata endemik berikutnya yang memiliki status konservasi Vulnerable A2cd ver 3.1 pada tahun 2008 adalah Lutung Jawa (*Trachypithecus auratus*) namun pada sejarahnya sempat memiliki status Endangered pada tahun 2000 [3]. Populasi Surili Jawa (*P. comata*) semakin menurun seiring dengan berkurangnya luas hutan dan kerusakan hutan yang terjadi di pulau Jawa. Pada tahun 1986 diperkirakan terdapat 8.040 ekor Surili Jawa, namun pada tahun 1999, jumlahnya tersisa 2.500 individu saja [3]. Lutung Jawa, masuk kategori status konservasi

rentan dikarenakan karena populasinya yang menurun dan diperkirakan lebih dari 30% selama 36 tahun terakhir (3 generasi, 1 panjang generasi 12 tahun) menurun. Hal ini sebagai akibat dari penangkapan ilegal untuk perdagangan hewan peliharaan, perburuan, dan hilangnya habitat [3].

Surili Jawa dan Lutung Jawa merupakan satwa Endemik Pulau Jawa dan hanya dapat ditemukan di Pulau Jawa. Khusus untuk Surili Jawa juga ditetapkan sebagai fauna identitas kabupaten Bogor. Salah satu manfaat Surili dan Lutung sebagai satwa liar yang harus di jaga ialah yang berperan membantu penyebaran biji, penyerbukan [1]. Hal ini di karenakan makanan utama satwa tersebut adalah daun, buah-buahan, biji-bijian serta serangga. Pada saat memetik daun untuk di makan, separuh dari hasil petikannya akan dijatuhkan ke bawah sehingga akan menjadi kompos alami oleh lingkungan sekitar pohon [1]. Oleh karena itu peran Surili dan Lutung Jawa dalam memelihara kelestarian hutan sangat penting untuk di jaga .

Penelitian tentang status Populasi Satwa Primata di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango dan Taman Nasional Halimun Salak, Jawa Barat memperlihatkan ada fluktuasi populasi yaitu Tahun 2002 surili 0,03 ind/ha, 2003 menjadi 1.44 ind/ ha menjadi 0,35 ind/ha pada tahun 2005 dan 0,13 ind/ha pada tahun 2006 [4]. Untuk lutung 0,11 ind/ha pada tahun 2002, kemudian 0,52 ind/ha pada tahun 2003, 0,51 ind/ha tahun 2005 dan 0,03 ind/ha pada tahun 2006 [4]. Dengan status populasi fluktuasi ini masih sulit menggambarkan meningkat atau tidak populasinya. Namun untuk tahun 2003- 2006 jelas terjadi penurunan. Hal ini disebabkan oleh kondisi habitat yang mengalami perubahan dapat diduga mempengaruhi penurunnya populasi satwa primata.

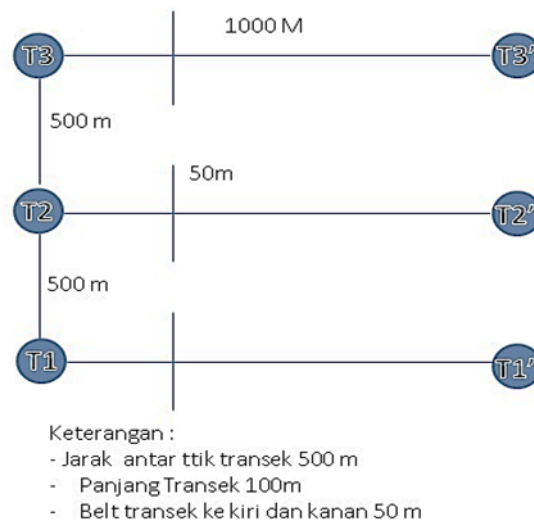
Surili dan Lutung Jawa selain ada di TN Gunung Gede Pangrango dan Taman Nasional Halimun Halimun salak, satwa ini juga terdapat di daerah CA Gunung Tilu. Data yang tersedia di CA Gunung Tilu belum tersedia mengenai data kepadatan Surili dan Lutung, sedangkan menurut Sartika 2008 [5], daerah ini merupakan potensial habitat untuk primata arboreal. Seperti yang kita ketahui Surili dan Lutung Jawa juga merupakan satwa arboreal. Melihat potensi blok K11 dan blok dewata yang diindikasikan terdapat Surili dan Lutung Jawa serta memiliki potensial habitat untuk satwa arboreal maka perlu dilakukan upaya konservasi di daerah ini. Dalam mendukung upaya konservasi Surili dan Lutung Jawa maka akan di lakukan survey populasi satwa tersebut di Blok K11 dan Blok Dewata. Survey populasi di lakukan karena, salah satu tahap pengelolaan satwa liar ialah inventarisasi dan sensus untuk mengetahui ukuran populasi. Ukuran populasi sangat menentukan pada kepunahan dan kelestarian satwa liar. Populasi Surili (*P. comata* Desmarest, 1822) dan Lutung (*T. auratus* Geoffrey, 1812) di Blok K11 dan Blok dewata Cagar Alam Gunung Tilu merupakan upaya pengelolaan satwa liar. Pengukuran populasi berdasarkan petak-petak contoh, di harapkan penelitian ini dapat membantu mengumpulkan data yang akan di jadikan kebijakan dalam upaya konservasi Surili dan Lutung Jawa khususnya di CA Gn Tilu , Jawa Barat Indonesia.

Bahan dan Metode

Alat dan bahan yang di gunakan pada penelitian ini adalah Alat tulis, Binokuler Nikom 7x50 CF, Golok tebas, Handy Talky, Kamera Fujifilm *Pro Summer*, GPS Garmin tipe 76cx, Kompas bidik, Peta, Meteran gulung, Pita label, Staples tembak, Tali Webbing, Q Gis 2.0.

Metode sigi (*survey*) dilakukan pada jalur transek untuk mendeteksi kelompok individu Surili Jawa dan Lutung Jawa. Pengamatan dilakukan dengan cara melihat langsung, mendengar suara dan bunyi gerakan surili di pohon [6]. Pengamatan lutung dilakukan dengan cara Line Transek [5]. Pengamatan habitat dilakukan dengan cara pengamatan langsung secara visual dan studi literatur.

Populasi Surili dan Lutung Jawa dicuplik menggunakan teknik transek dengan lebar jalur tetap (Fixed-width transects) yaitu dengan menarik garis lurus dari titik yang di tentukan sepanjang 1 km. Satu Blok di buat menjadi 3 titik transek dengan belt transek lebar 50 m ke kiri dan kanan, dan masing-masing jarak antar titik transek 500 m (Tabel 1).



Gambar 1. Fixed-width transects

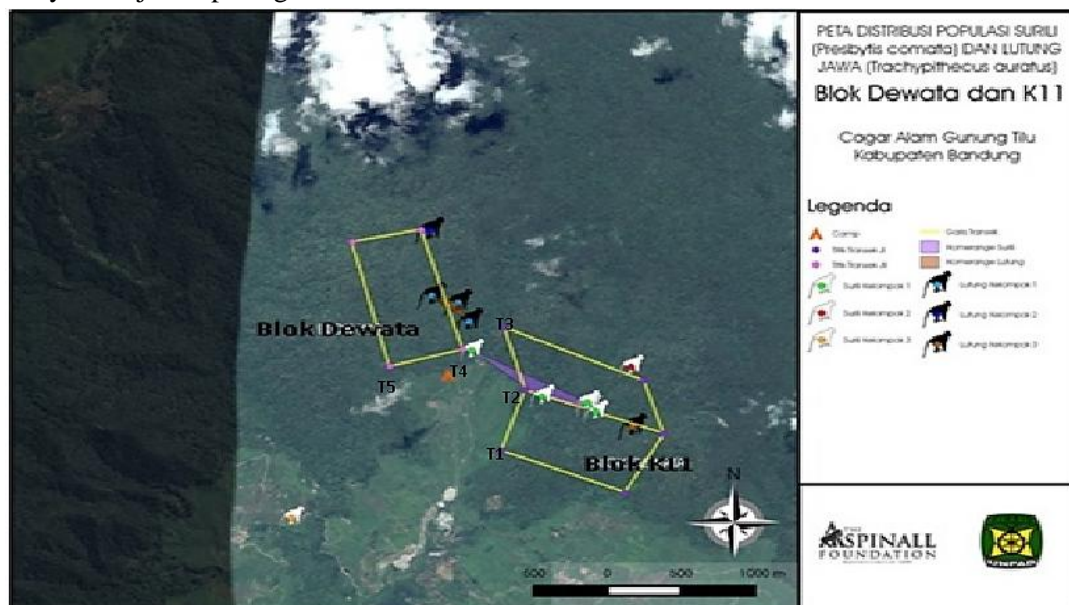
Hasil

Hasil menunjukkan bahwa Surili Jawa dan Lutung Jawa di seluruh tempat survey adalah 2 Kelompok Surili, 2 kelompok lutung dan 1 Individu Lutung soliter seperti tampak pada tabel 1 :

Tabel 1. Pertemuan kelompok pada setiap wilayah

No	Wilayah	Surili		Lutung Jawa	
		kelompok	Jumlah Individu	Kelompok	Jumlah Individu
1	Gn. Karangtengah dan Gn. Waringin (K11)	Kelompok 1	3-4	Kelompok 1	4
		Kelompok 2	3-6	Soliter	1
2	Gn. Dewata	-	-	Kelompok 1	6 - 12

Hasil survey menunjukkan penyebaran Surili Jawa dan Lutung Jawa di seluruh tempat survey di tunjukan pada gambar 1 berikut :



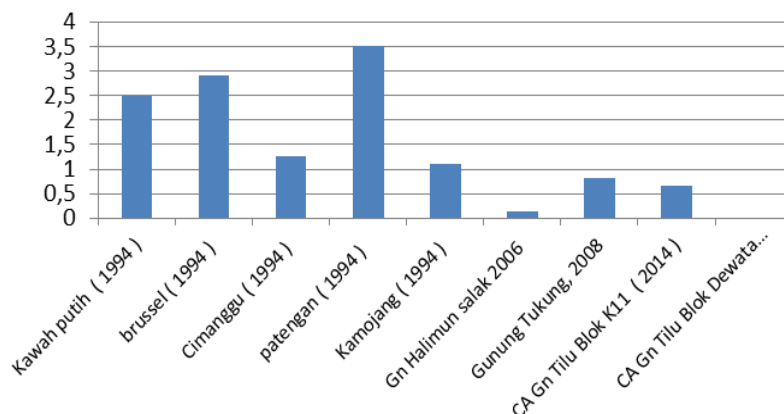
Gambar 1. Peta Distribusi Populasi Suril dan Lutung di Blok K11 dan Dewata

Pembahasan

Dari hasil pengamatan di dapatkan kepadatan populasi di daerah Blok K11 (Gunung Karang tengah dan Gunung waringin) yaitu Surili sebesar 0.2-0.67 ind/ha dan Lutung sebesar 0.07-0.33 ind/ha, sedangkan kepadatan kelompok Surili dan Lutung Jawa sama-sama sebesar 0.13 kel/ha. Jumlah individu Surili yang paling banyak terdapat pada transek T3, sedangkan jumlah individu Lutung paling banyak terdapat pada transek T2. Salah satu penyebab transek T1 tidak di temukan Surili maupun Lutung di karenakan transek T1 blok K11 merupakan daerah pelepasan liar dari Owa Jawa (*Hylobates moloch*), sehingga kelompok Surili atau Lutung berada di luar home range dari keluarga Owa Jawa tersebut. Persaingan antara primata Owa, Surili, dan Lutung merupakan persaingan dalam hal mencari makan. Ke-tiga satwa tersebut secara pakan memiliki tumpang tindih yaitu daun, buah, dan biji-bijian. Selain pakan primata, Owa memiliki strata tertinggi dalam primata sehingga dominansi Owa terhadap Surili dan Lutung membuat Surili dan Lutung tidak di temukan di daerah Owa Jawa transek 1. Persaingan terjadi di karena hal tersebut merupakan strategi menjaga populasi dari spesies tersebut. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi jumlah populasi antara lain ketersediaan pakan, kondisi habitat, keberadaan predator dan aktivitas manusia [4].

Kepadatan kelompok di daerah Gunung Dewata yaitu Lutung sebesar 0.1 kel/ha dan kepadatan populasi Lutung sebesar 0.6-1.2 ind/ha. Jumlah Lutung paling banyak terdapat pada transek T4, sedangkan pada transek T5 tidak ditemukan lutung maupun Surili. Surili tidak di temukan di blok ini disebabkan kelompok Lutung yang cukup besar sehingga membuat daerah tersebut di dominasi oleh Lutung Jawa.

Penelitian tentang kepadatan Surili dan Lutung di beberapa tempat sudah dilakukan. Hutan Kawah putih memiliki kepadatan populasi *Presbytis comata* sebesar 2,5 ind/ha, di brussel 2,9 ind/ha dan di cimanggu 1,25 ind/ha, di situ patengan 3,5 ind/ha dan di daerah kamojang 1-1,1 ind/ha [7]. Lalu di Gunung Selamat daerah Gunung tukang kepadatan Surili sebesar 0,81 ind/ha [8].



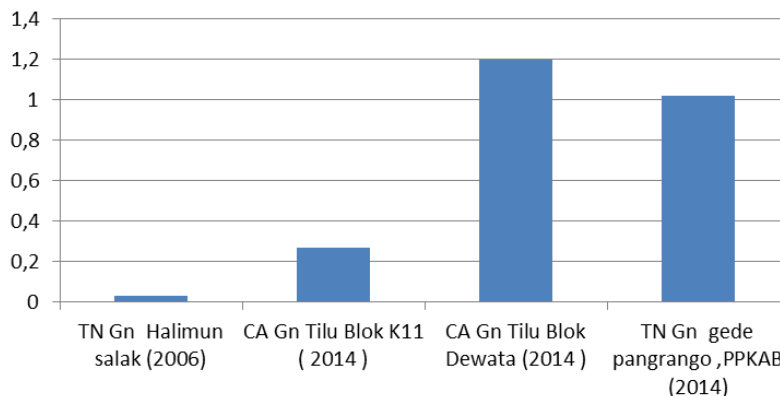
Gambar 2. Kepadatan Individu Surili di beberapa tempat

Dari gambar 2. dapat terlihat kepadatan Surili di beberapa daerah. Pada tahun 1994 memiliki kepadatan 3,5 ind/ ha paling tinggi di daerah patengan, dan di CA Gunung tilu hanya sebesar 0.2-0.67 ind/ha dengan luas potensial habitat Surili sebesar 15 ha. Setiap kawasan hampir mempunyai ketinggian yang berbeda-beda, Patengan ± 1.719 m, Gn Halimun Salak $\pm 1.600-1.700$ m, Gunung Tukung 500-600m, dan Gunung Tilu 1.50-2.434 m. Daerah dataran rendah, kepadatannya antara 0,4-2,1 ind/ha, ketinggian 1600-1800 mdpl kepadatannya populasinya sekitar 3,5 ind/ha [7]. Berdasarkan Gambar 2, Patengan memiliki ketinggian ± 1.719 m, menunjukkan kepadataan yang cocok sebesar 3,5 ind/ha. Pada CA Gunung tilu memiliki ketinggian 1.150 m - 2.434 m dan hanya masih terisi sebesar 0.2-0.67 ind/ha. Melihat potensi kawasan berdasarkan ketinggian CA Gunung tilu masih memiliki kepadatan yang tidak terlalu padat.

Selain ketinggian, ruang pengembaraan juga menjadi salah satu faktor kepadatan populasi. Luas wilayah yang besar maka ruang pengembaraan semakin luas, namun apabila kepadatan populasi pada daerah yang besar padat, maka ruang pengembaraan akan lebih kecil dibandingkan dengan kepadatan populasi pada daerah yang kecil dan ruang pengembaraannya luas dengan jumlah individu yang sama. Berdasarkan Gambar 2 pada setiap blok di CA gunung tilu memiliki kepadatan yang cukup rendah. Kondisi vegetasi di kedua tempat tersebut memiliki struktur vegetasi yang rapat sehingga memudahkan hewan arboreal untuk mengembara. Kepadatan populasi yang kecil dapat di indikasikan bahwa ruang pengembaraan dari setiap kelompok di CA Gunung Tilu masi sangat besar.

Pada CA Gunung Tilu memiliki ketersediaan pakan yang cukup karena masih diperoleh ± 90 jenis vegetasi tingkat pohon, yang sebagian besar disusun oleh suku Fagaceae dan suku Moraceae [5]. Daerah yang memiliki persediaan pakan yang banyak namun situasi dan kondisi tidak memungkinkan surili untuk mempertahankan hidupnya maka dapat diperkirakan kerapatan populasi surili akan sangat rendah. Keadaan hutan yang terpisah-pisah juga dapat mempengaruhi kerapatan populasi [9]. Pada CA Gunung Tilu untuk mengakses makanan cukup mudah karena masi padatnya vegetasi sehingga ruang gerak dari Surili tidak terganggu. Kepadatan Surili di daerah CA gunung tilu tidak terlalu padat kemungkinan besar di karenakan faktor perburuan, karena di temuka shelter pemburu di daerah pengamatan.

Untung Kepadatan lutung di dapatkan perbandingan dari Tn Gn Halimun salak pada tahun 2006 sebesar 0,03 ind/ha [4]. Kemudian di TN Gn Gede Pangrango daerah Pusat Pendidikan Konservasi Alam Bodogol (PPKAB) di dapatkan 1,02 ind/ha [10].



Gambar 3. Kepadatan Individu Lutung di beberapa tempat

Kepadatan Tertiggi ada di daerah CA Gn Tilu Blok dewata sebesar 0.6-1.2 ind/ha bila di banding dengan tempat lain yang tersaji pada Gambar 3. Hasil pengamatan di tiga jalur PPKAB adalah 18 individu dengan kepadatan 1,02 ind/ha. Dengan demikian, populasi Lutung Jawa di kawasan PPKAB tidak terlalu padat [10]. Hal yang sama dengan CA Gn Tilu blok dewata dan Blok K11 tidak terlalu padat. Potensial Habitat di Blok Dewata adalah sebesar 10 ha dan blok K11 25 ha tetapi di blok K11 sudah ada Surili dan Owa Jawa maka jelas akan ada persaingan penggunaan ruang dan persaingan pakan apabila di daerah blok K11. Berbeda dengan Blok Dewata yang memiliki kepadatan Lutung yang cukup tinggi banding dengan TN Halimun, CA Gunung Tilu dan TN Gn Gede.

Lutung Jawa tersebar dari hutan dataran rendah sampai dataran tinggi, baik di hutan primer maupun sekunder, dapat beradaptasi dengan daerah perkebunan dan hutan bakau [1]. Faktor-faktor yang mempengaruhi kepadatan Lutung Jawa salah satunya ialah potensi gangguan dari predator dan manusia. Di daerah CA Gunung Tilu, gangguan manusia adalah pemburu dan pekerjaan di kebun teh. Selain itu, gangguan predator adalah elang dan macan.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada seluruh staff Pusat Rehabilitasi Primata Jawa, Aspinal Foundation Ciwidey, dan Tim Survei , Rahmat, Zam-zam, Reski, dan Gemi .

Daftar Pustaka

- [1] Supriatna, J. dan E. Hendras W. 2000. *Panduan Lapangan Primata Indonesia*. Jakarta : Yayasan Obor Indonesia
- [2] ProFauna, 2014. Ayo Rayakan Hari Primata Indonesia!. <http://www.profauna.net/id>
- [3] IUCN. 2014. *IUCN Red List of Threatened Species. International Union for Conservation of Nature (IUCN), Species Survival Commission (SSC)*, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. www.iucnredlist.org.
- [4] Basalamah F, Zulfa A, Suprobawati D, Asriana D, Susilowati, Anggraeni A, Nurul R. 2010. *Status Populasi Satwa Primata di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango dan Taman Nasional Halimun Salak, Jawa Barat*. Jurnal Primatologi Indonesia, 7(2):55-59
- [5] Sartika. 2008. *Analisis Habitat Owa Jawa (Hylobates moloch AUDEBERT, 1798) di Resort Mandala, Cagar Alam Gunung Tilu, Jawa Barat*. Skripsi. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam As-Syafi'iyah, Jakarta.
- [6] Kristyandri, E.1996. *Populasi, Pemyebaran, dan Habitat Surili (Prebysitis Comata Desmarest 1822) di Hutan Gunung Patuha Ciwidey, Jawa Barat*. Skripsi. Jurusan Biologi. FMIPA-UNPAD
- [7] Gumarya, K.J. 1989. *Ecology, Behavior and Sociality of Thomas Leaf Monkey in North Sumatra*. Comp. primat. Monogr. 2:53-170.
- [8] Setiawan, A. 2010. *Javan Surili : A Survey Population and Distribution in Mt. Slamet Central Java, Indonesia*. IPB
- [9] Ruchiyat, Y.1983. *Socio-ecological Study of Presbytis aygula in West Java*. Primates, 24 (3): 344-359.
- [10] Tania, N. 2014 *Estimasi Kepadatan Populasi Lutung Jawa (Trachypithecus auratus, Napier and Napier 1967) di Pusat Pendidikan Konservasi Alam Bodogol*.UNJ.

EK-19

Tumbuhan Obat di Sekitar Sadengan dan Triangulasi Taman Nasional Alas Purwo Jawa Timur

Joko Kusmoro¹, Ismi Istiqomah Ruhyati, Betty Mayawatie Marzuki^{1, a)} dan Tubagus Imat

¹*Departemen Biologi Fakultas Matematik dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Padjadjaran*

^{a)} *mayawatiebetty@gmail.com*

Abstrak. Tumbuhan obat banyak terdapat di tipe hutan tropis dataran rendah, TNAP termasuk ke dalam tipe ini. Penelitian mengenai tumbuhan obat di Taman Nasional Alas Purwo telah dilakukan dengan tujuan mengumpulkan informasi mengenai jenis-jenis tumbuhan obat yang ditemukan di Sadengan dan Triangulasi – Taman Nasional Alas Purwo agar menjadi pengetahuan yang bermanfaat bagi siapapun yang melintasi kawasan yang diteliti, seperti pengunjung dan peneliti. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode *survey* dengan membuat *transect* dengan panjang 200 m x lebar 10 m dan *line transect* sepanjang 300 m, serta inventarisasi jenis dari Sadengan ke Triangulasi sepanjang 1,5 km, dan studi literatur. Terdapat 33 jenis tumbuhan obat dengan perawakan pohon (39,4%), herba (36,4%), perdu (12,1%), terna (6%) dan liana (6%). Dari keseluruhan jenis yang ditemukan, masing-masing tergolong dalam 23 familia tumbuhan. Jenis-jenis tersebut adalah *Ageratum conyzoides*, *Alstonia* sp., *Antidesma buniis*, *Averrhoa blimbi*, *Barringtonia asiatica*, *Calamus* sp., *Callophyllum inofolium*, *Cassia siamea*, *Cassia tora*, *Chrysopogon aciculatus*, *Cinnamomum* sp., *Eclipta alba*, *Elephantopus scaber*, *Eupatorium odoratum*, *Euphorbia hirta*, *Ficus septica*, *Hernandia peltata*, *Ipomoea pres-capre*, *Kyllinga monocephala*, *Lagerstroemia speciosa*, *Lantana camara*, *Merremia mammosa*, *Mimosa pudica*, *Murayya* sp., *Ocimum sanctum*, *Pandanus tectorius*, *Piper sarmentosum*, *Schleichera oleosa*, *Sida acuta*, *Synedrella* sp., *Tectona grandis*, *Terminalia cattapa*, dan *Wedelia biflora*.

Kata kunci : tumbuhan obat, TNAP, Sadengan, Triangulasi.

Abstract. Medicinal plants are common in lowland tropical forest types, TNAP included into this type. Research on medicinal plants in the National Park Alas Purwo has been done with the aim of gathering information about the kinds of medicinal plants found in Sadengan and Triangulation - Alas Purwo National Park in order to become useful knowledge to anyone across the region studied, such as visitors and researchers. The method used in this research is to create a transect survey method with a length of 200 m x 10 m wide and 300 m long transect line, as well as an inventory of the type of Sadengan to Triangulation length of 1.5 km, and literature studies. There are 33 species of medicinal plants with tree stature (39.4%), herbs (36.4%), shrubs (12.1%), Terna (6%) and liana (6%). Of the whole species were found, each belonging to 23 families of plants. These species are *Ageratum conyzoides*, *Alstonia* sp., *Antidesma buniis*, *Averrhoa blimbi*, *Barringtonia asiatica*, *Calamus* sp., *Callophyllum inofolium*, *Cassia siamea*, *Cassia tora*, *Chrysopogon aciculatus*, *Cinnamomum* sp., *Eclipta alba*, *Elephantopus scaber*, *Eupatorium odoratum*, *Euphorbia hirta*, *Ficus septica*, *Hernandia peltata*, *Ipomoea pres-capre*, *Kyllinga monocephala*, *Lagerstroemia speciosa*, *Lantana camara*, *Merremia mammosa*, *Mimosa pudica*, *Murayya* sp., *Ocimum sanctum*, *Pandanus tectorius*, *Piper sarmentosum*, *Schleichera oleosa*, *Sida acuta*, *Synedrella* sp., *Tectona grandis*, *Terminalia cattapa*, dan *Wedelia biflora*.

Keywords : medicinal plants , TNAP , Sadengan , Triangulation.

Pendahuluan

Secara umum dapat diketahui bahwa tidak kurang 82% dari total spesies tumbuhan obat hidup di ekosistem hutan tropika dataran rendah pada ketinggian di bawah 1000 meter dari permukaan laut. Berbagai ekosistem hutan dataran rendah antara lain : tipe ekosistem hutan pantai, tipe hutan mangrove/payau, tipe hutan rawa, tipe hutan rawa gambut, tipe hutan hujan dataran rendah, tipe hutan musim bawah, tipe hutan kerangas, tipe savana, tipe hutan kapur, tipe hutan batuan ultra basa, tipe hutan sungai adalah masing-masing ekosistem hutan tropika Indonesia yang merupakan wujud proses evolusi, interaksi yang kompleks dan teratur dari komponen tanah, iklim (terutama cahaya, curah hujan, dan suhu), udara dan organisme untuk mendukung kehidupan keanekaragaman hayati, terutama berbagai spesies tumbuhan obat (Zuhud, 2008).

Tumbuhan obat adalah tumbuhan yang mengandung zat yang dapat digunakan sebagai obat atau bahan baku pengobatan. Delapan puluh persen tumbuhan obat yang digunakan oleh orang-orang di dunia berasal dari hutan tropika Indonesia. Taman Nasional Alas Puwo adalah salah satu tipe hutan hujan dataran rendah yang digunakan sebagai kawasan pendidikan, penelitian, dan konservasi sumber daya hayati. Berbagai tumbuhan yang berguna bagi manusia hidup di dalamnya, seperti salah satunya tumbuhan obat. Inventarisasi jenis tumbuhan obat dilakukan dalam penelitian ini pada bulan Juni 2013 di kawasan TNAP terpilih, yakni Triangulasi dan Sadengan, dengan harapan informasi ini berguna bagi siapapun yang melintasi kawasan tersebut. Metode inventarisasi menggunakan metode *line purposive transect* untuk membantu pengamatan di kawasan yang dilintasi. Diketahui ada 33 jenis tumbuhan obat yang termasuk ke dalam 23 familia dan berperawakan herba, liana, pemanjat, perdu, pohon, dan terna. Dari keseluruhan jenis yang diinventarisasi bagian yang digunakan sebagai bahan baku tumbuhan obat berasal dari bagian daun, batang, biji, akar, kulit batang, bunga, dan getah.

Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode transek garis *purposive sampling* untuk membantu inventarisasi sepanjang kawasan yang dilewati. Jalur pengamatan yang digunakan adalah Triangulasi dan Sadengan. Titik awal pengamatan bermula dari penginapan Triangulasi hingga ke Sadengan, selanjutnya diteruskan ke arah kawasan tepian Pantai Triangulasi. Transek pengamatan yang digunakan yakni panjang 200 m x lebar 10 m dan *line transect* sepanjang 300 m.



Gambar 1. Transek pengamatan Triangulasi hingga Sadengan

Hasil

Terdapat 33 jenis tumbuhan obat yang terdapat di sepanjang garis pengamatan, di antaranya : *Ageratum conyzoides*, *Alstonia* sp., *Antidesma bunius*, *Averrhoa blimbi*, *Barringtonia asiatica*, *Calamus* sp., *Callophyllum inofolium*, *Cassia siamea*, *Cassia tora*, *Chrysopogon aciculatus*, *Cinnamomum* sp., *Eclipta alba*, *Elephantopus scaber*, *Eupatorium odoratum*, *Euphorbia hirta*, *Ficus septica*, *Hernandia peltata*, *Ipomoea pres-capre*, *Kyllinga monocephala*, *Lagerstroemia speciosa*, *Lantana camara*, *Merremia mammosa*, *Mimosa pudica*, *Murayya* sp., *Ocimum sanctum*, *Pandanus tectorius*, *Piper sarmentosum*, *Schleichera oleosa*, *Sida acuta*, *Synedrella* sp., *Tectona grandis*, *Terminalia cattapa*, dan *Wedelia biflora*.

Dari hasil pengamatan, berdasarkan perawakan/habitus tumbuhan obat, dapat dikelompokkan menjadi 5 macam golongan yakni : herba 10 jenis (30,3%), liana 1 jenis (3,03%), pemanjat 1 jenis (3,03%), perdu 6 jenis (18,18%), pohon 13 jenis (39,39%), dan terna 2 jenis (6,06%).

Berdasarkan bagian yang digunakan terdapat 10 bagian yang digunakan dari seluruh jenis yang ada, yakni : daun (28,81%); akar (15,25%); seluruh bagian tumbuhan (13,56%); biji (11,86%); kulit batang (10,17%); batang (6,78%); buah (6,78%); getah (3,39%); bunga (1,69%); dan umbi (1,69%) .

Tabel 1. Daftar Jenis Tumbuhan Obat di Sekitar Sadengan dan Triangulasi

No.	Nama Jenis		Famili	Perawakan	Kandungan Kimia	Bagian yang digunakan beserta kegunaan
	Nama Jenis	Nama Lokal				
1.	<i>Ageratum conyzoides</i>	Bandotan	Asteraceae	Herba	Asam amino, organocid, minyak atsiri kumarin, agerachromomene, stigmasterol, tannin, sulfur, dan potassium chloride	Akar - diseduh untuk obat sakit panas. Daun - diseduh untuk mengobati sakit perut. Daun - dibuat salep untuk mengobati luka.
2.	<i>Alstonia</i> sp.	Pule	Apocynaceae	Pohon	Kulit batang : saponin, flavonoid, polifenol. Daun : pikrinin.	Akar - dikunyah bersama pinang untuk obat nyeri dada dan obat tukak hidung dan yang tidak disebabkan oleh difteri. Kulit batang bagian dalam – digosikkan dengan air untuk obat penyakit dalam. Kulit batang bagian dalam – ditambahkan air jeruk dan sedikit garam dapat berfungsi sebagai tonikum dan ekspektoran. Getah – sebagai obat borok/koreng dan bisul. Daun muda – direbus untuk obat sifilis, obat cacing, obat diabetes, dan obat malaria.
3.	<i>Antidesma bunius</i>	Buni	Phyllanthaceae	Pohon	Daun, kulit, batang, dan akar, mengandung saponin dan tannin. Kulit batang mengandung flavonoid dan alkaloid	Daun – diseduh sebagai obat raja singa dan diaforetik. Buah – diramu dengan daun sebagai obat tekanan darah tinggi dan kurang darah. Buah – dikonsumsi untuk menambah produksi ASI.
4.	<i>Averrhoa bilimbi</i>	Belimbing wuluh	Oxalidaceae	Pohon	Batang mengandung saponin, tannin, glukosa, kalsium oksalat, sulfur, asam format, peroksidase.	Batang – dibuat bubur dan dicampur bawang serta daun muda untuk obat gondok. Daun – diambil yang muda ditambahkan cuka, lada,

					Daun mengandung tannin, sulfur, asam format, peroksidase, kalsium oksalat, kalium sitrat.	cengkeh dan dibuat salep untuk obat encok. Bunga – dikukus, ditambah air, adas, gula, diminum untuk obat batuk. Buah – dikonsumsi bagi penderita sariawan, kurang vitamin C, dan batuk rejan.
5.	<i>Barringtonia asiatica</i>	Keben	Lecythidaceae	Pohon	Biji dan buah mengandung saponin, asam galat, asam hidrosianat, dan triterpenoid	Daun – dipanaskan, kemudian ditempelkan ke perut untuk mengobati sakit perut. Biji – diekstrak untuk menjadi obat tetes mata.
6.	<i>Calamus</i> sp	Rotan	Arecaceae	Liana	Holosekulosa, selulosa, lignin, tannin, dan pati	Batang muda – sebagai obat malaria dan penambah nafsu makan
7.	<i>Calophyllum inophyllum</i>	Nyamplung	Calophyllaceae	Pohon	Biji mengandung kolofiloida, asam kalofilat, asam tacawahol, bummi, resin minyak atsiri, senyawa pahit, calanolide A, sitosterol, lendir, gliserin, minyak lemak, tannin, takaferol, dan karetenoid	Buah – sarinya sebagai jamu untuk memperbaiki keadaan setelah nifas. Biji – dipanggang untuk obat kudis dan kurap. Minyak – sebagai obat rambut dan rematik.
8.	<i>Cassia siamea</i>	Johar	Fabaceae	Pohon	Daun mengandung barakol, alkaloid, flavonoid, steroida, antarkinon, dan tannin. Kulit akar mengandung lupeol, betalin, dan diantrakinin. Biji mengandung minyak lemak dan sitosterin.	Daun muda – sebagai obat demam, kencing manis, malaria, obat luka dan tonik.
9.	<i>Cassia tora</i>	Ketepeng kecil	Fabaceae	Perdu	Biji segar mengandung chryzophanol, emodin, aloe emodin, rhein, ohyscion, obtusin, aurantio-obtusin, rubrobusarin, torachryson, toralactone, dan vit.A.	Biji – dikeringkan sebagai obat radang mata, obat luka kornea, obat rabun senja, hipertensi dan kontipasi.
10.	<i>Chrysopogon aciculatus</i>	Domdoman, Rumpun jarum	Poaceae	Herba	Diduga mengandung sterol, terpen, alkaloid, flavonoid, dan saponin	Seluruh bagian – dibuat jamu dan ditambahkan sirih sebagai antidot racun.
11.	<i>Cinnamomum</i> sp.	Kayu manis	Lauraceae	Pohon	Kulit batang dan daun mengandung minyak atsiri, flavonoid dan saponin. Kulit batang juga mengandung tannin. Daun juga mengandung polifenol dan alkaloid. Kandungan lainnya pada tumbuhan ini adalah eugenol, feladren, safrole, sinamaldehyd, sinoamin aldehyd, aliphatic aldehyd, kalsium oksalat, damar, dan zat penyamak	Kulit batang – sebagai obat perut kembung, peluruh keringat, penambah nafsu makan, obat sariawan, pereda batuk, obat sakit kepala, radang lambung, dan setelah persalinan
12.	<i>Eclipta alba</i>	Urang-aring	Asteraceae	Herba	Ecliptine, alfa-terthienylmethanol, 2-(buta-1,3-dienyl)- 5-	Seluruh bagian – dilumatkan dan dijadikan obat minum penderita muntah darah,

					(but-3-3n-1-ynyl) thiophene, wedelolactone	mimisan, kencing darah, diare, dan keputihan.
13.	<i>Elephantopus scaber</i>	Tapak liman	Asteraceae	Herba	Daun mengandung epifriedelinol, lupeol, stigmasterol, triacontan-1-ol, dotria-contan-1-ol, lupeol acetate, deoxyelephantopin, isodeoxyelephantopin. Bunga mengandung luteolin-7- glucoside.	Daun- digiling sebagai obat penurun panas dan obat malaria. Seluruh bagian – ditumbuk halus dan disaring, kemudian direbus untuk mengobati penyakit darah putih.
14.	<i>Eupatorium odoratum</i>	Kirinyuh	Asteraceae	Herba	Asam amino : alanin, arginin, glisin, histidin, leusin, valin, asam glutamik, threonin. Monoterpene, sesquiterpene hydrocarbons, triterpene/steroid, alkaloid, dan flavonoid/flavone.	Seluruh bagian – digunakan sebagai obat sakit perut, obat flu, menghentikan pendarahan, dan obat malaria.
15.	<i>Euphorbia hirta</i>	Patikan kerbau	Euphorbiaceae	Herba	Alkaloida, tannin, senyawa folifenol, flavonoid quersitrin, asam lanolat, senyawa terpenoid eufosterol, tarakserol, dan tarakseron.	Seluruh bagian tumbuhan – ditumbuk halus sebagai obat bisul dan koreng. Daun – diseduh untuk obat radang selaput lendir, bengkak, dan radang tenggorokan.
16.	<i>Ficus septica</i>	Awar-awar	Moraceae	Perdu	Daun, buah, dan akar mengandung saponin dan flavonoid. Akar juga mengandung polifenol. Buah juga mengandung alkaloid dan tannin.	Akar – sebagai penawar racun, pencahar, obat sakit mata, diare. Kulit batang – digunakan sebagai obat rheumatik. Getah – digunakan sebagai obat kutil.
17.	<i>Hernandia peltata</i>	Kempis laut	Hernandiaceae	Pohon	Biji mengandung saponin, flavonoid, dan tannin. Batang mengandung saponin.	Biji – dikeringkan, ditumbuk, diseduh, kemudian disaring sebagai obat masuk angin.
18.	<i>Ipomoea pescaprae</i>	Tapak kuda	Convolvulaceae	Herba	Seluruh bagian tumbuhan mengandung resin glikosida, pescapreins X-XVII	Daun – dihaluskan dapat menjadi obat pertolongan pertama pada kecelakaan tersengat ubur-ubur. Akar – digunakan sebagai rebusan untuk obat infeksi kandung kemih. Biji – dikunyah sebagai obat kram dan sakit perut.
19.	<i>Kyllinga monocephala</i>	Rumput kenop	Cyperaceae	Herba	Seluruh bagian tumbuhan mengandung saponin, flavonoid, dan tannin.	Seluruh bagian tumbuhan segar dijadikan rebusan dan disaring untuk obat sakit kepala dan bronkhitis.
20.	<i>Lagerstroemia speciosa</i>	Bungur	Lythraceae	Pohon	Kulit batang, buah, dan daun mengandung tannin. Biji mengandung lipid (linoleic, oleic, palmitic, stearic).	Kulit batang – digunakan sebagai jamu untuk mengobati diare dan sakit perut. Daun – ditapalkan untuk mengobati demam akibat malaria. Daun kering – digunakan sebagai obat diabetes dan masalah buang air kecil.
21.	<i>Lantana camara</i>	Tembelekan	Verbenaceae	Perdu	Daun mengandung oleanonic acid, lantadene	Daun – ditumbuk halus sebagai obat bisul.

					A, lantadene B, lantanilic acid, icterogenin, dan 4',5-dihydroxy-3,7-dimethoxyflavone-4'-O-beta-D- glucopyranoside	Daun – dimasukkan dalam air mandi untuk mengobati rheumatic.
22.	<i>Merremia mammosa</i>	Bidara upas	Convolvulaceae	Pemanjat	Zat damar	Umbi - digunakan untuk mengobati sakit batuk, tenggorokan dan sakit difteri.
23.	<i>Mimosa pudica</i>	Putri malu	Mimosaceae	Herba	Alkaloid, non protein amino acid (mimosine), flavonoid C- glycosides, sterols, terpenoids, tannins, and asam lemak	Seluruh bagian digunakan sebagai penenang, peluruh dahak, dan anti radang.
24.	<i>Murayya</i> sp.	Kemuning	Rutaceae	Perdu	Daun mengandung cadinen, methyl anthranilate, bisabolene, P- earyophyllene, geraniol, carene-3, eugenol, citronellol, methyl-salicylate, s-guaiazulene, osthole, paniculatin, tanin, dan coumurrayin. Kulit batang mengandung mexotioin, 5-7- dimethoxy-8- (2,3-dihydroxyisopentyl) coumarin. Bunga mengandung scopeletin. Buah mengandung semiec-carotenone	Daun dan ranting – mengobati bronchitis, dan infeksi saluran kencing. Akar – berguna untuk mengatasi memar akibat benturan, keseleo, ataupun nyeri rematik. Kulit batang – berguna untuk mengobati sakit gigi.
25.	<i>Ocimum basilicum</i>	Kemangi	Lamiaceae	Terna	Daun mengandung minyak atsiri, saponin, flavonoid dan tannin. Biji mengandung saponin, flavonoid, dan polifenol.	Daun – mengobati muntah, batuk, diare, masuk angin, perangsang kentut. Biji – sebagai obat kencing nanah dan disentri. Seluruh bagian – digunakan sebagai obat sakit kepala dan luka memar.
26.	<i>Pandanus tectorius</i>	Pandan besar	Pandanaceae	Pohon	Mengandung methyl B-phenylethyl ether, dipentene, (+)-linalool, phenylethyl acetate, citral, phenylethyl alcohol, dan an ester phthalic acid.	Akar udara – digunakan sebagai tonikum dan obat infeksi tuberculosis pada kulit leher.
27.	<i>Piper sarmentosum</i>	Cabean	Piperaceae	Perdu	Daun, buha, dan batang mengandung alkaloida, saponin, dan polifenol. Buah mengandung minyak atsiri.	Buah – sebagai obat demam dan lemah saraf. Akarnya – digunakan untuk obat nyeri gigi.
28.	<i>Schleichera oleosa</i>	Kesambi	Sapindaceae	Pohon	Kulit mengandung zat samak, minyak lemak, glyserida, asam olein, arachine, palmitine, dan asam minyak lepas	Kulit – direbus untuk mengobati kudis. Kulit – dijadikan minyak penghangat tubuh atau minyak gosok.
29.	<i>Sida acuta</i>	Sidaguri	Malvaceae	Perdu	Seluruh bagian tumbuhan mengandung ethyl acetate, alkaloid, dan kuindolinone	Akar – ditumbuk untuk mengobati sakit gigi. Daun – yang tidak terlalu keras digunakan sebagai salep obat kudis dan gatal.
30.	<i>Synedrella</i> sp.	Jontang kuda	Asteraceae	Herba	Seluruh bagian tumbuhan mengandung	Seluruh bagian tumbuhan – dibuat ramuan, digunakan

					glikosida, saponin, sterol, alkaloid, tannin, dan pseudotannins	sebagai obat epilepsi, obat sakit kepala, sakit perut, dan rematik.
31.	<i>Tectona grandis</i>	Jati	Lamiaceae	Pohon	Daun, akar, buah, dan bunga mengandung saponin dan polifenol. Akar dan bunganya juga mengandung polifenol.	Daun – digunakan sebagai obat radang tenggorokan. Akar – digunakan sebagai obat nyeri perut.
32.	<i>Terminalia cattapa</i>	Ketapang	Combretaceae	Pohon	Biji mengandung fosfor, karbohidrat, kalsium, dan minyak. Pepagan dan daun mengandung tannin.	Biji – diperas mengandung minyak sebagai minyak gosok untuk meredakan radang rongga perut. Minyak – dimasak dengan daun untuk mengobati lepra, kudis, dan penyakit kulit lainnya. Batang/pepagan – diambil taninnya untuk digunakan sebagai astringen pada sariawan dan disentri.
33.	<i>Wedelia biflora</i>	Seruni laut	Asteraceae	Terna	Seluruh bagian tumbuhan mengandung alkaloid, kumarin, flavonoid, steroid, tanin, glikosida, terpenoid, dan saponin.	Daun – digunakan sebagai obat luar untuk luka terpotong atau terkena gigitan. Cairan dari daun – digunakan untuk mengobati sakit perut atau digunakan untuk ibu setelah bersalin.

Daftar Pustaka

- [1] Barbour, M.G. *et al.*, 1987. Terrestrial Plant Ecology. 2nd ed. Ontario: The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc.
- [2] Borota, J. 1991. Tropical Forest -Some African and Asian Case Study of Composition and Structure. New York: Elsevier.
- [3] Dharmawan, W. 1999. Keaneka-an dan Penyebaran Avifauna di Gunung Manglayang Jawa Barat. Bandung: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Jurusan Biologi.
- [4] Bacher, C.A dan Bakhuizen van Den Brink, R.C. 1965. Flora of Java. (Spermatophytes only). Volume 11. The Netherlands: N.V.P. Noodhooft Groningen.
- [5] Groombridge, B. WCMC. 1992. Global Biodiversity: Status of the Earth's Living Resources. London: Chapman and Hall.
- [6] Lieth, H. dan Werger, M.J. 1989, South East Asian Tropical Forests. Ecosystem of the World 14 B. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company.
- [7] Mueller-Dombois dan Ellenberg, D. H. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. New York: Wiley International Edition.
- [8] Oosting, H.J. 1956. The Study of Plant Community. San Francisco: W. H. Freeman and Company.
- [9] Oosting, H.J. 1956. The Study of Plant Community. San Francisco: W. H. Freeman and Company.
- [10] Prawira, R S A. 1983. Daftar Nama Pohon-Pohonan Jawa Madura I Jawa Barat. Revisi II. Bogor: Lembaga Penelitian Hutan.
- [11] Roesoedarmo, S. 1988. Pengantar Ekologi. Bandung: C.V. Remaja Karya. Smith, R.L. 1992. Element of Ecology. 3^d ed. New York: Harper Collins Publishers.
- [12] Soegianto. A. 1994. Ekologi Kuantitatif. Surabaya: Usaha Nasional.
- [13] Soerianegara, I. dan Irawan, A. 1978. Ekologi Hutan Indonesia. Bogor: Departemen Manajemen Kehutanan, Fakultas Kehutanan IPB.
- [14] Whitten, T dan Whitten, J. 1996. Determinants of Vegetation. Indonesian Heritage: PLANTS. Singapore: Archipelago Press.

- [15] Withmore, T. C. 1975. Tropical Rain Forests of Far East. Oxford: Clarendon Press.
- [16] Subagyo, H *et al.*, 1998. Pedogenesis of Soil Development from Andesitic Volcanic Materials at Medium Altitude in Mount Manglayang, Bandung Area, West Java, *Agrivita*, Vol. 20 No. 4. Bogor: Center for Soil and Agroclimate Research (CSAR). 204-219.

EK-38

Studi Keanekaragaman Fauna Tanah di Kawasan Hutan Lindung Gunung Manglayang, Kab. Bandung, Jawa Barat

Romli N Muhayyat¹, Astuti Kusumorini¹ dan Ida Kinasih^{1, a)}

¹*Jurusan Biologi, Fak. Sains dan Teknologi, UIN Sunan Gunung Djati Bandung*

^{a)}*idakinasih@uinsgd.ac.id*

Abstrak. Fauna tanah merupakan salah satu komponen dalam ekosistem tanah dapat berperan dalam memperbaiki struktur tanah melalui penurunan berat jenis (bulk density), peningkatan ruang pori, aerasi, drainase, kapasitas penyimpanan air, dekomposisi sisa organik, pencampuran partikel tanah dan penyebaran mikroba. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman dan komposisi fauna tanah serta korelasinya dengan faktor lingkungan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April – Mei 2015 Di kawasan hutan lindung Gunung Manglayang, Bandung, Jawa Barat. Metode pengambilan plot contoh penelitian dengan menggunakan purposive sampling. Teknik pengumpulan sampel menggunakan pitfall trap. Sampel serangga yang diperoleh diidentifikasi dan Data Analisis di Fisiologi hewan dan Entomologi, Lab. Terpadu, UIN Sunan Gunung Djati Bandung. Hasil dilapangan menunjukan bahwa indeks keanekaragaman di kawasan hutan lindung Gunung Manglayang berkisar antara 3,05-3,32 atau dalam kisaran sedang. Komposisi komunitas-nya terdiri dari 4 filum, 10 kelas, 23 ordo, dan 48 famili, dengan famili Formicidae yang mendominasi. Tidak ada Korelasi langsung atau signifikan antara faktor lingkungan terhadap keanekaragaman dan komposisi fauna tanah.

Kata kunci: keanekaragaman, komposisi, fauna tanah, hutan lindung Gunung Manglayang

Pendahuluan

Fauna tanah adalah hewan yang hidup di tanah, baik yang hidup di permukaan tanah maupun yang terdapat di dalam tanah [1]. Tanah kaya akan berbagai jenis fauna tanah dengan berbagai ukuran dan bentuk kehidupan. Komponen biotik di dalam tanah memberi sumbangan terhadap proses aliran energi dari ekosistem tanah. Kelompok biotik ini melakukan penguraian sisa-sisa tumbuhan dan hewan yang telah mati (dekomposisi). Adanya perbedaan keadaan lingkungan biotop (satuan geografi terkecil habitat yang dicirikan oleh biotanya) mengakibatkan perbedaan struktur maupun sifat fauna tanah dari biotop tersebut.

Fauna tanah merupakan salah satu komponen dalam ekosistem tanah dapat berperan dalam memperbaiki struktur tanah melalui penurunan berat jenis (bulk density), peningkatan ruang pori, aerasi, drainase, kapasitas penyimpanan air, dekomposisi sisa organik, pencampuran partikel tanah dan penyebaran mikroba. Beberapa jenis fauna permukaan tanah dapat digunakan sebagai indikator terhadap kesuburan tanah atau keadaan tanah [2].

Kehidupan hewan tanah sangat bergantung pada habitatnya, karena keberadaan dan kepadatan populasi suatu jenis hewan tanah di suatu daerah sangat ditentukan keadaan daerah itu. Dengan perkataan lain keberadaan dan kepadatan populasi suatu jenis hewan tanah di suatu daerah sangat tergantung dari factor lingkungan, yaitu lingkungan abiotik dan lingkungan biotik [1].

Keanekaragaman fauna tanah dan fungsi ekosistem menunjukkan hubungan yang sangat kompleks dan belum banyak diketahui, serta perhatian untuk melakukan konservasi terhadap keanekaragaman makrofauna tanah masih sangat terbatas (Lavelle et al., 1994 dalam [3]).

Menurut UU No. 41 Tahun 1999 hutan lindung adalah kawasan hutan yang mempunyai fungsi pokok sebagai perlindungan sistem penyangga kehidupan untuk mengatur tata air, mencegah banjir, mengendalikan erosi, mencegah intrusi air laut, dan memelihara kesuburan tanah. Hutan lindung Gunung Manglayang merupakan salah satu kawasan hutan yang penting di wilayah Bandung Timur. Kawasan hutan lindung Gunung Manglayang sangat besar manfaatnya bagi masyarakat setempat.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April-Mei 2015. Penelitian ini dilakukan di hutan lindung Perum Perhutani RPH Ujung Berung bagian Desa Cilengkrang Kab. Bandung

Alat dan bahan yang digunakan Pada penelitian Identifikasi makrofauna tanah di kawasan hutan lindung Gunung Manglayang diuraikan sebagai berikut. Meteran, tali raffia, dan patok. Sekop dan linggis, Gelas plastik dan penutup jebakan yang terbuat dari kardus yang dilapisi plastik, pinset dan saringan, Botol koleksi dan kertas label, Soil tester, Lux meter, hygrometer, dan termometer, kamera, Stereomikroskop, Alat tulis, alkohol 70% , dan detergen.

Lokasi pengambilan sampel dilakukan pada dua tipe hutan yang berbeda yaitu, hutan pinus dan hutan rimba campur, dengan luasan dan penentuan plot seperti pada Tabel 1. Plot sampling berukuran 100 m x 100 m, kemudian pada setiap plot di buat 5 subplot berukuran 10 m x 10 m. pada setiap Subplot disimpan 5 jebakan dengan jarak antar jebakan berkisar 2-5 meter. Penentuan titik sampling ditentukan dengan menggunakan metode *purposive sampling*.

Tabel 1. Plot pengambilan sampel pada setiap tipe hutan

No	Petak	Tipe hutan	Luas area (ha)	Jumlah plot sampling
1	36 A	Hutan Pinus 1	19,3	5
2	36 B	Hutan Pinus 2	13,4	4
4	36 C	Hutan Campur 1	11,8	4
5	36 D	Hutan Campur 2	8	3

Teknik pengkoleksian hewan menggunakan pitfall trap. Pitfall trap atau jebakan penjatuh adalah salah satu metode yang banyak digunakan untuk mengambil data serangga yang ada dipermukaan tanah atau serasah [4]. Jebakan penjatuh terbuat dari campuran air dan detergen dengan perbandingan 20 : 1 (detergen 5%) yang diisi pada gelas plastik. Kemudian gelas tersebut dibenamkan sejajar dengan permukaan tanah dan dipasangkan atap agar tidak terkena air hujan dan daun yang gugur. Perangkap ini dipasang selama 48 jam, setelah itu fauna yang tertangkap diawetkan di masukkan ke dalam botol koleksi yang berisi alkohol 70% untuk selanjutnya diidentifikasi dan kuantifikasi. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 10 kali Pada masing-masing titik sampling dilakukan penukuran faktor lingkungan yang meliputi suhu udara, kelembaban udara, kelembaban tanah, intensitas cahaya dan pH tanah. Pengukuran variabel faktor lingkungan dilakukan pada Sekitar jam 09.00-15.00.

Analisa Data Dari hasil identifikasi dan kuantifikasi fauna tanah dilakukan penghitungan indeks keanekaragaman/diversitas, Indeks diversitas dihitung sebagai indeks diversitas Shanon-Wiener dengan rumus $H' = -\sum p_i \ln p_i$; dimana p_i : merupakan rasio antara jumlah/dominansi individu suatu spesies dengan jumlah/ dominansi total semua spesies [5]. Untuk mengetahui keterkaitan antar masing-masing variable faktor lingkungan yang diukur dengan indeks diversitas makrofauna tanah maka dilakukan analisa regresi/korelasi sederhana.

Hasil

Kemelimpahan fauna tanah di kawasan hutan lindung Gunung Manglayang bisa dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Jenis dan jumlah fauna tanah pada setiap plot area

No	Ordo	Famili	Plot Area				Total individu
			Pinus 1	Pinus 2	Campur 1	Campur 2	
1	Coleoptera	Scarabaeidae	192	253	232	149	826
2	Coleoptera	Carabiidae	32	51	89	55	227
3	Coleoptera	Sliphidae	2	5	5	3	15
4	Coleoptera	Staphylinidae	0	3	6	3	12
5	Coleoptera	Cupedidae	22	11	4	2	39
6	Orthoptera	Gryllidae	75	260	162	83	580
7	Orthoptera	Rhaphidophoridae	3	19	13	6	41
8	Orthoptera	Acrididae	10	18	40	43	111
9	Orthoptera	Eumastigidae	0	0	0	3	3
10	Orthoptera	Tetrigidae	9	0	0	0	9
11	Mantode	Mantids	24	15	5	12	56
12	Blattaria	Corydiidae	7	22	20	10	59
13	Blattaria	Ectobiidae	10	22	26	12	70
14	Blattaria	Blaberidae	21	60	22	16	119
15	Blattaria	Blattidae	13	19	6	0	38
16	Blattaria	Cryptoceridae	20	36	9	1	66
17	Hymenoptera	Formicidae	1212	994	1322	979	4507
18	Hymenoptera	Pompilidae	2	1	2	2	7
19	Hymenoptera	Trigonalidae	7	30	30	3	70
20	Hemiptera	Nabidae	37	30	29	36	132
21	Hemiptera	Reduviidae	18	16	21	5	60
22	Hemiptera	Alydidae	2	0	1	3	6
23	Hemiptera	Hebridae	5	6	6	5	22
24	Hemiptera	Pentatomidae	4	0	0	3	7
25	Homoptera	Cicadellidae	0	0	0	6	6
26	Homoptera	Fulgoridae	13	4	1	3	21
27	Diptera	Simuliidae	4	0	0	0	4
28	Diptera	Muscidae	107	69	17	7	200
29	Diptera	Drosophilidae	12	5	12	3	32
30	Streptopoda	Stylopidae	2	2	4	0	8
31	Dermoptera	Carcinophoridae	95	86	30	11	222
32	Dermoptera	Forficulidae	0	2	10	8	20
33	Lepidoptera	Pieridae	17	18	7	3	45
34	Areneae	Thomisidae	19	24	71	61	175
35	Areneae	Lycosidae	104	141	157	106	508
36	Areneae	Gnaphosidae	73	109	152	114	448
37	Opiliones	Phalangidae	6	38	53	16	113
38	Opiliones	Nemastomatidae	47	80	152	60	339
39	Scorpionnes	sp. 67	1	1	1	1	4
40	Collembola	Entomobryidae	3	3	2	19	27
41	Geophilomorpha	Geophilidae	1	2	0	0	3
42	Platidasmida	Andrognathidae	8	2	4	2	16
43	Spirobrida	Narceidae	8	8	7	1	24

44	Isopoda	Oniscidae	183	46	4	4	237
45	Oligochaeta	Lumbricidae	15	10	24	11	60
46	Squamata	Scincidae	10	8	4	0	22
47	Soricomorpha	Soricidae	0	0	2	2	4
48	Achatinoidea	Achatinidae	0	0	5	1	6
Jumlah			2455	2529	2769	1873	9626

Hasil pengamatan dan penghitungan nilai indeks diversitas fauna tanah pada berbagai tipe vegetasi di kawasan hutan Gunung Manglayang disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Nilai indeks keanekaragaman fauna tanah pada setiap plot area

Tipe Hutan	Jumlah Individu	Jumlah Famili	Indeks Diversitas (H)	Kategori Diversitas
Hutan Pinus 1	2455	44	3.051858141	Sedang
Hutan Pinus 2	2529	41	3.324738375	Sedang
Hutan Campur 1	2769	43	3.134799411	Sedang
Hutan Campur 2	1873	43	3.084255457	Sedang

Untuk melihat korelasi indeks keanekaragaman serta kelimpahannya dengan faktor lingkungan dapat dilihat dari tabel 4.

Tabel 4. Korelasi kelimpahan dan indeks keanekaragaman dengan faktor lingkungan

		Suhu udara	Kelembaban udara	pH tanah	Kelembaban tanah	Intensitas cahaya
Indeks diversitas	Pearson Correlation	-.117	.059	-.310	.121	.077
	Sig. (2-tailed)	.624	.806	.183	.611	.746
	N	20	20	20	20	20
Kelimpahan	Pearson Correlation	-.223	.334	-.340	.329	-.347
	Sig. (2-tailed)	.345	.150	.143	.157	.134
	N	20	20	20	20	20

Pembahasan

Hasil identifikasi fauna tanah yang didapatkan di kawasan hutan lindung Gunung Manglayang sebanyak 48 famili makrofauna tanah. Fauna tanah ini terdiri dari empat phylum yaitu Mollusca, Chordata, Annelida dan Arthropoda.

Famili Formicidae merupakan famili yang paling melimpah diseluruh kawasan hutan lindung Gunung Manglayang. Toleransi hidup famili Formicidae merupakan hal yang mendasari melimpahnya family Formicidae. Famili Formicidae atau Spesies semut memiliki tingkat toleransi yang sempit dan respon yang cepat terhadap perubahan lingkungan. Semut melakukan interaksi dengan tumbuhan dan hewan [6]. Interaksi semut dengan tumbuhan berupa simbiosis mutualisme. Semut mendapatkan perlindungan, makanan atau keduanya dari tumbuhan dan tumbuhan akan mendapat perlindungan dari arthropoda dan vertebrata herbivora. Semut juga membantu penyebaran biji dan membantu polinasi tumbuhan. Interaksi semut dengan hewan bisa berupa predator dan pemangsa [7]. Peran semut di alam dapat memberikan pengaruh positif dan negatif terhadap hewan dan manusia. Manfaat segi positif tidak dapat secara langsung dinikmati oleh manusia misalnya perannya sebagai predator, menguraikan bahan organik, mengendalikan hama dan bahkan membantu penyerbukan.

Nilai H' dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh gangguan terhadap lingkungan atau untuk mengetahui tahapan suksesi dan kestabilan dari komunitas tumbuhan pada suatu lokasi [8]. Hasil dari perhitungan indeks Diversitas Shannon-wiener dari ke empat kawasan ini indeks diversitasnya berada pada tenggang $1 < H' < 3,5$ atau dengan kata lain keanekaragaman fauna tanah di kawasan ini termasuk kategori sedang. Kualitas komunitas ekosistem di kawasan hutan lindung tersebut termasuk stabil dan tidak ada gangguan yang berarti untuk kestabilan ekosistem.. Jadi secara keseluruhan pada kawasan hutan lindung Gunung Manglayang meskipun terdapat gangguan terhadap ekosistem akan tetapi keanekaragaman hayati fauna tanah masih dalam kategori sedang.

Hasil dari korelasi Pearson dari faktor lingkungan dengan indeks diversitas menunjukkan bahwa faktor lingkungan tidak berpengaruh atau berkorelasi dengan indeks diversitas dan kelimpahan fauna tanah. Hal ini memungkinkan adanya faktor lain yang mempengaruhi akan bedanya keanekaragaman dan kelimpahan fauna tanah.

Dugaan faktor yang berpengaruh terhadap keanekaragaman dan kelimpahan fauna tanah adalah vegetasi yang cukup beragam terutama di hutan campuran. Bahan organik tanaman merupakan sumber energi utama bagi kehidupan biota tanah, khususnya makrofauna tanah [1], sehingga jenis dan komposisi bahan organik tanaman menentukan kepadatannya [9]. Vegetasi berupa pepohonan dan rerumputan merupakan habitat yang ideal bagi fauna tanah vegetasi ini menyediakan makanan yang berlimpah untuk fauna tanah. Selain sebagai sumber makanan, bahan organik tanaman juga digunakan sebagai tempat untuk berlindung dari tekanan lingkungan [3]. Semakin banyak bahan organik yang tersedia maka jumlah individu makrofauna tanah akan semakin bertambah, karena mampu melindungi dari tekanan lingkungan baik tingginya suhu lingkungan maupun kemungkinan adanya predator.

Daftar Pustaka

- [1] Suin, N.M. 2003. *Ekologi Hewan Tanah*. Cetakan ke-3. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- [2] Suhardjono, Y. R. dan Adisoemarto. 1997. Arthropoda Tanah : Artinya Bagi Tanah. *Makalah pada Kongres dan Simposium Entomologi V, Bandung 24 –26 Juni 1997*. Hal : 10.
- [3] Sugiyarto, Manan Efendi, EDWL Mahajoeno, Yogi Sugito, Eko Handayanto, Lily Agustina. 2007. Preferensi Berbagai Jenis Makrofauna Tanah Terhadap Sisa Bahan Organik Tanaman pada Intensitas Cahaya Berbeda. *Biodiversitas* Volume 7, Halaman: 96-100 Nomor ISSN: 1412-033X 4 April 2007.
- [4] Bismark. 2011. *Prosedur Operasi Standar (SOP) Untuk Survei Keragaman Jenis pada Kawasan Konservasi*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Kementerian Kehutanan, Republik Indonesia. Kerjasama dengan International Tropical Timber Organization (ITTO).
- [5] Cox, G.W. 1972. *Laboratory Manual of General Ecology*. Iowa: W.M.C. Brown company Publishers.
- [6] Kaspari M, Majer JD. 2000. Using ants to monitor environmental change. In: Agosti D, Majer JD, Alonso LE, Schultz TR (eds). *Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*. Volume 7. Smithsonian Inst, Washington DC
- [7] Agosti. D. Majer, D., Alonso L.E., Schultz, TR. 2000. *Ants Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*. Washington: Smithsonian Institution Press.
- [8] Odum, E.P. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi*. edisi ketiga. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- [9] Hakim N.Nyakpa M.Y.Nugroho S.G.B.Barley H.H., 1986. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Penerbit Universitas Lampung, Lampung.

EK-37

Distribusi Bintang Mengular (Ophiuroidea) di Pantai Rancabuaya Desa Purbayani Kecamatan Caringin, Garut

Putri Hawa^{1,a)}, Epa Paujiah², Ida Kinasih¹

¹*Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung*

²*Jurusan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung*

^{a)}*puthawaun@gmail.com*

Abstrak. Rancabuaya memiliki kawasan intertidal dengan material terumbu karang yang banyak dihuni oleh salah satu jenis Echinodermata. Karakteristik morfologi habitat dapat mempengaruhi terhadap keberadaan Echinodermata sendiri. Hal ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik morfologi serta kelimpahan jenis dan spesies Echinoderta di Pantai Rancabuaya. Metode yang digunakan purposive random sampling yang di awali dari zona intertidal. Lokasi penelitian dibagi menjadi 3 stasiun, 3 transek dengan menggunakan petak transek 25 frame. Sampel diidentifikasi hingga tingkat spesies. Hasil yang diperoleh terdapat sebelas spesies dan empat diantaranya paling banyak ditemukan, yaitu *Ophiorachna incrassata*, *Ophiocoma delicata*, *Ophiolepax cincta* dan *Ophiocnema marmorata*.

Kata kunci: Rancabuaya, zona intertidal, Echinodermata, Ophiuroidea

Pendahuluan

Wilayah pesisir Indonesia memiliki sumberdaya perairan yang tinggi, seperti halnya jenis Ophiuroidea yang banyak ditemukan di setiap pantai. Ophiuroidea merupakan salah satu penghuni dangkal yang umumnya terdapat pada terumbu karang dan padang lamun. Jenis ini memiliki kemampuan autotomi serta regenerasi bagian tubuh yang hilang, putus atau rusak. Ophiuroidea ini merupakan bagian kelas dari filum Echinodermata. Semua hewan yang termasuk dalam kelas ini memiliki bentuk tubuh yang radial simetris dan kebanyakan memiliki endoskeleton dari zat kapur seperti tonjolan berupa duri [1]. Jenis Echinodermata meliputi bintang laut, bulu babi, bintang mengular, lili laut dan tripang [2]. Sebagian filum Echinodermata dapat dimanfaatkan sebagai pelengkap hiasan pada aquarium rumahan, Karena memiliki bentuk dan warna yang bervariasi serta jenis ini dapat berperan sebagai bioindikator di habitat yang di tempatnya atau penanda bahwa lingkungan tersebut sudah mulai tercemar atau tidak.

Keberadaan organisme laut, termasuk kelas dari Ophiuroidea pada suatu habitat dipengaruhi oleh ketersediaan makanan dan perlindungan diri dari ancaman predator. Habitat kelas dari Ophiuroidea dapat ditemui hampir di semua ekosistem laut seperti zona terumbu, daerah pertumbuhan algae dan padang lamun. Akan tetapi ekosistem yang paling tinggi terdapat pada terumbu karang, yaitu zona intertidal [3]. Zona intertidal berada pada bagian paling pinggir dari bagian ekosistem pesisir dan laut. Memiliki tipe substrat berbatu, pasir halus dan pasir berkarang merupakan beberapa ciri khas yang dimiliki oleh habitat kelas Ophiuroidea termasuk

sebagian pula dari filum Echinodermata [4]. Salah satu perairan yang memiliki karakteristik habitat tersebut adalah perairan Pantai Rancabuaya.

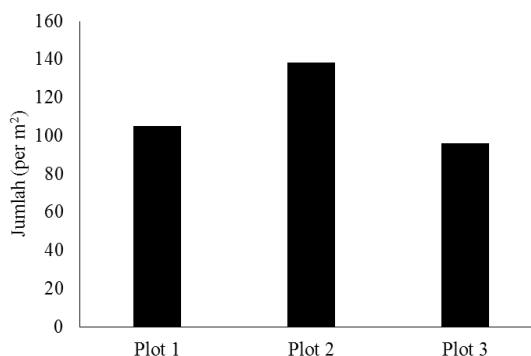
Pantai Rancabuaya merupakan sebuah pantai yang berada di Kabupaten Garut dengan ketinggian 0-200m di atas permukaan laut. Berdasarkan pengamatan, jenis material dasar laut sebagian besar dipenuhi oleh terumbu karang termasuk daerah sepanjang garis pantai. Daerah pesisir pantai yang landai memiliki material berupa pasir halus putih bersih, dengan panjang 1.000-2.000 dan lebar 100-200m. Lokasi Pantai Rancabuaya berada pada titik koordinat 7°31'51.08° Lintang Selatan dan 107°28'50.68° Bujur Timur. Berdasarkan karakteristik habitat dari Pantai Rancabuaya tersebut, dapat diperkirakan bahwa terdapat beberapa spesies bintang mengular yang mendiami pantai tersebut. Penelitian mengenai karakteristik dari kelas Ophiuroidea di Pantai Rancabuaya belum pernah dilaporkan. Oleh karena itu, penelitian mengenai karakteristik morfologi serta kelimpahan spesies bintang mengular dan karakteristik habitatnya perlu diketahui.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada akhir Januari dan awal April 2016 di Pantai Rancabuaya Desa Purbayani Kecamatan Caringin, Garut dan dilanjutkan dengan pengidentifikasian yang dilakukan di laboratorium Ekologi Perairan, Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode survei yang menggunakan *purposive random sampling* pada daerah rata-rata terumbu karang, kemudian digunakan transek kuadrat yang terdiri dari beberapa petak kuadrat dengan menggunakan frame 1x1m. Penelitian ini pun dilakukan menggunakan 3 transek yang diletakkan pada setiap stasiun yang telah ditentukan tata letaknya sesuai substrat yang diperlukan. Panjang setiap transek masing-masing 50m. Jarak antara kuadrat satu dengan kuadrat lainnya adalah 1m, dengan banyaknya jumlah petak transek kuadrat sebanyak 25 plot dan jarak antara satu transek ke transek lainnya sepanjang 50m. Parameter yang diamati adalah karakteristik morfologi dari bintang mengular dan karakteristik lingkungan perairannya. Identifikasi jenis Ophiuroidea dilakukan dengan mengacu pada buku identifikasi dari Clark & Rowe (1971). *Monograph of Shallow-water Indo-West Pacific Echinoderms*.

Hasil

Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi Ophiuroidea paling banyak ditemukan di plot 2 dibandingkan dengan plot lainnya. Populasi terendah Ophiuroidea ditemukan di plot 3 (Gambar 1). Dari populasi tersebut dapat diidentifikasi menjadi 11 spesies yang distribusi dari masing-masing spesies pada setiap plot tidak sama.



Gambar 1. Kerapatan seluruh jenis Ophiuroidea yang ditemukan pada setiap transek

Distribusi spesies Ophiuroidea dapat dilihat pada Tabel 1. Dari sebelas spesies yang ditemukan, *Ophiocoma delicata* dan *Ophiocoma incrassata* ditemukan di semua plot, sedangkan spesies lainnya tidak terdistribusi di semua plot.

Gambar 2. *Ophiocoma incrassata* yang ditemukan di Pantai Rancabuaya

Tabel 1. Distribusi spesies berdasarkan etak transek

No	Jenis/spesies	Plot 1	Plot 2	Plot 3
1	<i>Ophionereis porrecta</i>	+	-	+
2	<i>Ophiocentrus verticillata</i>	-	+	-
3	<i>Ophiomastix annulosa</i>	+	-	-
4	<i>Ophiocoma dentata</i>	-	+	-
5	<i>Ophiarachna delicata</i>	+	+	+
6	<i>Ophiocoma scolopendrina</i>	+	-	-
7	<i>Ophiolepis cincta</i>	+	-	-
8	<i>Ophiocnemis marmorata</i>	-	+	-
9	<i>Ophiarachna incrassata</i>	+	+	+
10	<i>Ophiarachnella similis</i>	-	+	+
11	<i>Ophiactis cupida</i>	-	+	-

Pembahasan

Bintang mengular (Ophiuroidea) merupakan hewan perairan laut dangkal dan dalam. Karakteristik bintang mengular dipengaruhi pula oleh karakter morfologi pada habitatnya. Pantai Rancabuaya merupakan salah satu habitat terumbu karang, dimana sebagai tempat perlindungan bagi bintang mengular (Ophiuroidea) untuk menghindari predator dan sebagai material untuk mencari makanannya. Kawasan tersebut masih terjaga dari aktivitas manusia, sehingga menyebabkan microhabitat yang berada di pantai ini dalam kondisi baik. Pantai Rancabuaya memiliki karakter mikrohabitat perairan dengan karakter terumbu karang yang lebih dominan.

Terumbu karang yang berada di perairan pantai Rancabuaya, Garut umumnya tumbuh pada daerah rata-rata terumbu yang mendatar pada tempat yang dangkal. Pada hasil dapat terlihat bahwa setiap plot memiliki jumlah rata-rata spesies Ophiuroidea yang cukup banyak. Pada Gambar 1, plot 1 memiliki jumlah rata-rata spesies sekitar 105,08, plot 2 memiliki jumlah rata-rata spesies sekitar 138,16 dan plot 3 memiliki jumlah rata-rata spesies sekitar 96,28. Spesies yang lebih mendominasi di perairan pantai Rancabuaya, yaitu *Ophiarachna incrassata* yang ditemukan di semua plot.

Ophiarachna incrassata memiliki ciri-ciri karakteristik yang hampir serupa dengan bintang mengular lainnya. Bintang mengular jenis ini memiliki ukuran yang cukup besar. Permukaan dorsal mempunyai bintik-bintik putih yang dikelilingi dengan warna hitam, bintik-bintik serupa juga terdapat pada permukaan ventral. Duri-duri pada tangan-tangannya mempunyai cincin-cincin warna hitam. *Ophiarachna incrassata* sangat menjauhi cahaya sehingga cenderung bersembunyi didalam rongga-rongga pada bongkahan batu karang. Pada waktu malam hari hewan ini akan keluar dari tempat persembunyian. Meskipun tampak banyak dijumpai pada waktu malam hari, namun bintang mengular ini tidak pernah terlihat menggerombol, sehingga

dapat disebut sebagai hewan yang hidup soliter (Clark and Rowe, 1971). Perbedaan Ophiuroidea yang telah dewasa dengan jenis Ophiuroidea yang belum dewasa dibedakan dari ukuran lengan, warna serta bagian reproduksi yang belum matang.

Lengan daripada jenis Ophiuroidea yang masih muda cenderung pendek dan belum dapat melakukan autotomi secara sempurna. Sedangkan jenis Ophiuroidea yang telah dewasa kecepatan autotomi yang dilakukan sangat cepat bila jenis ini merasa terancam oleh predator. Warna dan corak bintang mengular dewasa lebih terlihat jelas dibandingkan dengan yang masih muda, karena dipengaruhi oleh waktu serta lingkungannya. Bintang mengular yang masih muda memiliki warna yang samar, meskipun corak dari jenis Ophiuroidea ini sudah terlihat. Selanjutnya Ophiuroidea yang masih muda belum dapat bereproduksi seperti Ophiuroidea yang telah dewasa (Clark and Rowe, 1971).

Daftar Pustaka

- [1] Budiman, C.C., Maabuat, P.V., Langoy, L.D., Marnix dan Katili, D.Y. 2014. Keanekaragaman Echinodermata di Pantai Basaan Satu Kecamatan Ratatotok Sulawesi Utara. *Jurnal Mipa Unsrat Online* 3(2) 97-101.
- [2] Kuncoro, E.B. 2004. *Aquarium Laut*. Kanisius, Yogyakarta.
- [3] Katili, A.S. 2011. Struktur Komunitas Echinodermata Pada Zona Intertidal di Gorontalo. *Jurnal Penelitian dan Pendidikan*, Vol. 8 (1), Maret 2011..
- [4] Yulianda, O.S., Langoy, Marnix. L.D., Katili, D.Y dan Papu, A. 2013. Keanekaragaman Echinodermata di Pantai Tanomon Kecamatan Sinonsayang Sulawesi Utara, (Diversity of Echinoderms in the Tanamon Beach, Sinosayang District, North Sulawesi). *Jurnal Bios Logos*, Agustus 2013, Vol. 3 (2).

Topik : Fisiologi Hewan

FH-11

Pengaruh Air Zam Zam Terhadap Pertumbuhan Ikan Tawes (Cyprinidae; *Barbonymus gonionatus* Blkr.)

Astuti Kusumorini^{1,a)}, Ina Suriyani^{1,b)}, Bahiyah¹⁾

¹Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung

^{a)}astutikusumorini@gmail.com

^{b)}suriyaniina@gmail.com, ^{c)}bahiyah@gmail.com

Abstrak. Secara empirik zamzam merupakan air yang memiliki kelebihan bagi kehidupan, layaknya seperti mengandung obat karena didalamnya terkandung zat yang efektif mampu membunuh kuman. Perbedaan air zamzam dibandingkan dengan air sumur adalah pada kandungan mineralnya. Ikan tawes merupakan ikan yang memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi. Selain itu ikan tawes dapat dijadikan pengganti protein hewani selain ikan mas dan ikan lele. Pola pertumbuhan ikan tawes sangat dipengaruhi oleh faktor luar seperti media air yang diberikan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh air zamzam terhadap pola pertumbuhan ikan tawes. Metode yang digunakan adalah metode pengamatan secara langsung dengan analisis data menggunakan tabulasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata bobot mutlak pada konsentrasi zamzam 100% (AzA) sebesar 3,32 (gr/ekor) pada konsentrasi zamzam 50% sebesar 3,26 (gr/ekor) pada air sumur (Ak) sebesar 2,59 (gr/ekor) dan pada air kolam (Ak) sebesar 3,35 (gr/ekor). Sedangkan hasil rata-rata panjang mutlak pada AzA sebesar 6,44 cm pada AzB sebesar 6,26 cm pada As sebesar 5,28 cm dan pada Ak sebesar 6,32 cm. Dari hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa ikan tawes memiliki pola pertumbuhan isometrik dimana hasil pertambahan bobot lebih tinggi bila dibandingkan dengan pertambahan panjangnya. Hal ini membuktikan bahwa air zamzam mampu meningkatkan bobot pada ikan tawes tersebut.

Kata kunci: Air zamzam, Ikan tawes (*B. gonionatus*), Pertumbuhan

Abstract. Empirically Zamzam is water that has advantages for life, just like containing a drug because it contains substances that are able to effectively kill germs. The difference compared to the Zamzam water well water is the mineral content. Tawes fish is a fish that has a fairly high economic value. In addition Tawes fish can be used as a substitute for animal protein other than carp and catfish. Tawes fish growth pattern is influenced by external factors such as water supplied media. The purpose of this study was to determine the effect of Zamzam water to fish growth patterns Tawes. The method used is the method of direct observations with data analysis using tabulation. The results showed that the average value of the absolute weight of Zamzam at a concentration of 100% (AZA) of 3.32 (g / head) at a concentration of Zamzam 50% of 3.26 (g / head) in water wells (AS) of 2, 59 (g / head) and the pool water (AK) of 3.35 (g / head). While absolute average length of 6.44 cm at Aza on AzB at 6:26 cm on As of 5:28 cm and at Ak amounted to 6.32 cm. From the results, it is concluded that fish Tawes has isometric growth pattern which results pertambahan higher weight when compared with the increase in length. This proves that Zamzam water is able to increase the weight on the Tawes fish.

Keywords: zam zam water, fish tawes (*B. goniunatus*), growth

Pendahuluan

Zamzam secara bahasa berarti banyak atau melimpah. Pada air zamzam terkandung zat fluorida yang mempunyai daya efektif membunuh kuman, layaknya seperti sudah mengandung obat. Air zamzam mempertahankan rasa dan memiliki pH lingkungan yang agak basa, sehingga bakteri tidak bertahan hidup didalamnya (Yahya., 1983 dalam Ghani [1]). Ikan tawes merupakan salah satu ikan yang ditemukan di perairan Indonesia dengan nama ilmiah *Puntius javanicus* Blkr. Menurut Suryanto dkk. [2], laju pertumbuhan dapat dipengaruhi oleh faktor dalam dan faktor luar, atau pengaruh biotik dan abiotik. Faktor dalam seperti keturunan, seks, umur, berat, dan penyakit. Sedangkan faktor luar yang berpengaruh adalah suhu, oksigen, pH, CO₂, amoniak, makanan, dan kepadatan.

Penelitian air zam-zam dan pengaruhnya terhadap keberlangsungan kehidupan pernah dilakukan oleh Hamed dkk. [3] terhadap kualitas hasil dari tanaman kacang dan gandum. Hasil menyatakan bahwa yang dialiri dengan air zamzam dapat menghasilkan panen yang lebih tinggi kandungan karbohidrat, protein dan nitrogen dibandingkan dengan air laut yang didesalinisasi dan air sumur yang lain. Sampai saat ini penelitian air zamzam terhadap kehidupan hewan air belum pernah dilakukan, kandungan mineral yang tinggi dari air zamzam diduga mampu meningkatkan kualitas hasil dan pertumbuhan makhluk hidup tidak hanya pada tumbuhan tetapi juga pada biota air salah satunya ikan tawes (*B. goniunatus* Blkr)

Ikan tawes merupakan salah satu hewan dari jenis ikan yang sulit untuk dibudidayakan, karena ikan tawes sangat terpengaruhi oleh keadaan habitatnya. Dengan banyaknya kandungan mineral pada air zamzam yang baik untuk pertumbuhan, maka perlu dilakukannya penelitian mengenai pengaruh air zamzam terhadap pola pertumbuhan dan kelulushidupan ikan tawes (*B. goniunatus* Blkr.). Sehingga didapatkan informasi yang tepat mengenai pengaruh air zamzam terhadap pertumbuhan hewan dalam hal ini ikan tawes (*B. goniunatus* Blkr.).

Bahan dan Metode

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain: Benih ikan Tawes (*B. goniunatus* Blkr.) sebagai hewan uji dengan panjang \pm 5-8 cm dengan jumlah ikan sebanyak 120 ekor dengan kondisi ikan yang sehat. Pakan yang digunakan adalah jenis pakan apung atau pakan buatan. Aquarium dibersihkan dengan menggunakan PK (Kalium permanganat) sebagai antiseptik untuk menghilangkan penyebab penyakit. Air zamzam, air kolam dan air sumur secukupnya sebagai media penyimpanan hewan uji.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental dengan rancangan penelitian yang digunakan adalah pengamatan langsung dengan 4 pelakuan 3 kali ulangan.

AzA = Air zamzam 100%

AzB = Air zamzam 50% Air sumur 50%

As = Air sumur 100%

Ak = Air kolam 100%

Parameter yang diamati mencakup 3 aspek yaitu pertumbuhan bobot mutlak, pertumbuhan panjang mutlak dan kualitas air. Parameter tersebut diamati setiap 7 hari sekali secara berkala selama 56 hari.

Pertumbuhan bobot mutlak

Rumus menghitung pertumbuhan bobot mutlak menurut Effendie [4], yaitu:

$$W_m = W_t - W_o$$

Keterangan:

W_m = Pertumbuhan bobot mutlak rata-rata (g)

W_t = Bobot rata-rata ikan pada akhir penelitian (g)

W_o = Bobot rata-rata ikan pada awal penelitian (g)

Pertumbuhan panjang Mutlak

Panjang mutlak adalah jarak antara ujung kepala terdepan dengan ujung terakhir bagian sirip terpanjang [4].

$$Lm = Lt - Lo$$

Keterangan:

Lm = Pertumbuhan panjang mutlak (cm)

Lt = Panjang rata-rata ikan pada akhir penelitian (cm)

Lo = Panjang awal ikan pada awal penelitian (cm)

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan menggunakan uji ANOVA Univariate dengan bantuan program SPSS versi 16. Sebelumnya, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas dan homogenitas data untuk memenuhi asumsi ANOVA dan uji lanjut Duncan. Adapun parameter kualitas air yang diamati adalah suhu air, kandungan oksigen terlarut (DO), derajat keasaman (pH). Parameter kualitas air di analisis selama 7 hari sekali secara berkala selama penelitian yang dianalisis di Lab Ekologi Akuatik Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung.

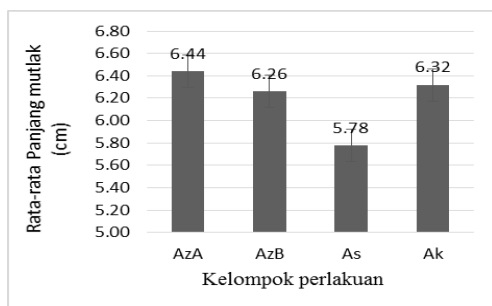
Hasil

Penelitian dilakukan selama 56 hari dengan pengukuran setiap parameter dilakukan selama 7 hari sekali secara berkala. Pengamatan dilakukan dengan menghitung panjang dan bobot ikan tawes dari setiap perlakuan. Kondisi hewan uji yang diamati dalam keadaan sehat dan masih hidup (Gambar 1).

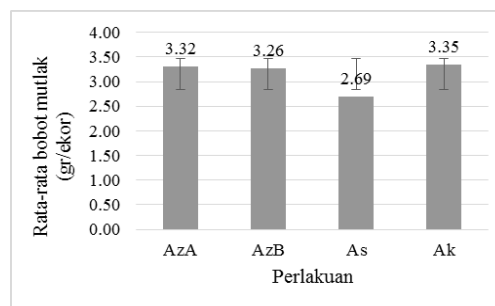


Gambar 1. Ikan tawes (*B. goniunatus* Blkr.)

Adapun hasil yang didapat pada penelitian ini adalah berdasarkan perhitungan dan pengamatan mengenai panjang dan bobot mutlak ikan tawes (*B. goniunatus*) menggunakan rumus diatas menunjukan hasil bahwa nilai panjang mutlak paling tinggi yaitu pada perlakuan AzA sebesar 6,44 cm tidak berbeda jauh dengan hasil yang diperoleh pada perlakuan Ak sebesar 6,32 cm dan terendah pada perlakuan As sebesar 5,78 cm (Gambar. 2). Sedangkan nilai pertumbuhan bobot mutlak pada perlakuan Ak memiliki nilai yang paling tinggi sebesar 3,35 gr/ekor, pada perlakuan Aza sebesar 3,32 gr/ekor dan AzB sebesar 3,26 gr/ekor dan yang terendah yaitu pada perlakuan As sebesar 2,69 gr/ekor (Gambar. 3).



Gambar 2. Grafik pertumbuhan rata-rata panjang mutlak



Gambar 3. Grafik pertumbuhan rata-rata bobot mutlak

Keterangan : AzA (Air zamzam 100%), AzB (Air zamzam 50%), As (Air sumur), dan Ak (Air kolam)

Pertumbuhan rata-rata panjang harian yang unggul dari setiap perlakuan adalah pada perlakuan AzA sebesar $7,5 \pm 1,19$ pada perlakuan AzB panjang harian yang diperoleh sebesar $6,6 \pm 0,73$ pada perlakuan Ak sebesar $6,5 \pm 0,44$ dan rata-rata panjang harian terendah yaitu pada perlakuan As sebesar $6,5 \pm 0,44$ selanjutnya peningkatan panjang harian pada setiap perlakuan selama penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pertumbuhan Rata-Rata Panjang Harian

Kelompok Perlakuan	Pertumbuhan Panjang Harian (cm)									Rata-Rata \pm SD
	0	7	14	21	28	35	42	49	56	
AzA	5,5	6,0	7,2	7,2	8,0	8,0	8,3	8,7	9,0	$7,5 \pm 1,19$
AzB	5,4	5,8	6,2	6,3	6,6	6,9	7,1	7,3	7,7	$6,6 \pm 0,73$
As	5,5	5,8	5,7	5,7	6,1	6,1	6,3	6,4	6,6	$6,0 \pm 0,36$
Ak	6,0	6,2	5,8	6,1	6,6	6,8	6,8	6,9	7,0	$6,5 \pm 0,44$

Keterangan : AzA (Air zamzam 100%), AzB (Air zamzam 50%), As (Air sumur), dan Ak (Air kolam)

Pertumbuhan rata-rata bobot harian pada penelitian menunjukkan nilai yang berbeda nyata ($P < 0,05$) dan terlihat perlakuan yang unggul adalah pada perlakuan AzA yaitu dengan hasil sebesar $4,9 \pm 1,90$ serta pada perlakuan AzB sebesar $3,8 \pm 1,31$ pada perlakuan As menunjukkan hasil yang paling rendah yaitu sebesar $3,2 \pm 0,72$ berbeda dengan hasil dari perlakuan Ak yang lebih tinggi sebesar $3,5 \pm 0,45$. Untuk melihat nilai pertumbuhan bobot harian selama penelitian disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pertumbuhan Rata- Rata Bobot Harian

Kelompok Perlakuan	Pertumbuhan Bobot Harian (g/ekor)									Rata-Rata \pm SD
	0	7	14	21	28	35	42	49	56	
AzA	1,9	2,5	3,6	4,4	5,5	5,8	6,2	6,7	7,4	$4,9 \pm 1,90$
AzB	1,9	2,5	2,9	3,4	3,7	4,0	4,7	5,3	5,9	$3,8 \pm 1,31$
As	2,1	2,4	2,7	3,2	3,4	3,5	3,7	3,7	4,4	$3,2 \pm 0,72$
Ak	2,9	3,1	3,1	3,5	3,5	3,5	3,7	3,9	4,4	$3,5 \pm 0,45$

Keterangan : AzA (Air zamzam 100%), AzB (Air zamzam 50%), As (Air sumur), dan Ak (Air kolam)

Kualitas air yang diamati selama penelitian berlangsung adalah suhu, oksigen terlarut, pH, dan ammonia. Dari hasil pengamatan menunjukkan kualitas air yang masih layak untuk pemeliharaan ikan tawes (*B. goniunatus* Blkr). Untuk mengetahui kisaran parameter kualitas air selama penelitian dapat dilihat pada (Tabel 3).

Tabel 3. Kisaran Parameter Kalitas Air Selama Penelitian

Parameter	Kisaran Pengukuran Kualitas Air				
	AzA	AzB	Ak	As	Optimum
Amonia (mg/l)	0 - 0,3	0 - 0,5	0-0,5	0-1	<1 ^a
DO (mg/l)	5,6 - 6	5,4 - 6,2	5,3- 6,9	4,9 - 5,6	>4 ^b
Suhu (c)	25-26	26-26	25-26	26-26	20-33 ^a
PH	8	7	7	7	6.7-8.6 ^c

Keterangan: ^(a)Boy [5]; ^(b)Swingle (1969); ^(c) Boyd dan Kopler [6]

Pembahasan

Pertumbuhan dapat dirumuskan sebagai pertambahan ukuran panjang atau berat dalam suatu waktu, sedangkan pertumbuhan bagi populasi sebagai pertambahan jumlah (Effendie, 1997). Dalam penelitian ini, parameter yang digunakan untuk mengukur pertumbuhan adalah bobot mutlak, panjang mutlak, bobot harian dan panjang harian ikan. Setelah dipelihara selama 56 hari dengan 4 perlakuan yang berbeda, secara umum ikan tawes (*B. goniunatus* Blkr) mengalami peningkatan dalam hal bobot maupun panjang. Data yang diperoleh pada saat penelitian yaitu sebagai berikut.

Berdasarkan Gambar 2 diketahui bahwa pertambahan panjang mutlak tertinggi adalah pada perlakuan AzA. Namun peningkatannya tidak berbeda nyata dengan perlakuan Ak ($P>0,05$). Pertambahan panjang mutlak AzA sangat berbeda nyata dengan perlakuan As dan AzB ($P<0,05$). Hal ini membuktikan bahwa ikan tawes dapat hidup pada media air zamzam dengan peningkatan panjang mutlak paling tinggi. Peningkatan yang tidak jauh berbeda anatara air zamzam 100% denga air kolam karena air kolam sebagai kontrol dimana habitat asli ikan tawes.

Gambar 3 menunjukkan grafik rata-rata penambahan bobot mutlak ikan selama pemeliharaan. Dimana peningkatan bobot mutlak tertinggi yaitu pada perlakuan Ak dan terendah pada perlakuan As. Namun meskipun peningkatan Ak lebih tinggi tetapi hasilnya tidak menunjukan perbedaan yang nyata dengan perlakuan AzA dan AzB ($P>0,05$). Sehingga peningkatan bobot mutlak yang terjadi pada perlakuan Ak sama halnya dengan peningkatan pada perlakuan AzA dan AzB. Ketiga perlakuan sangat jauh perbedaannya dengan peningkatan bobot mutlak pada perlakuan As. Hal ini membuktikan bahwa air sumur sangat tidak efektif untuk media ikan tawes.

Gambar 4 dan gambar 5 menunjukkan peningkatan panjang dan bobot harian ikan selama pemeliharaan. Peningkatan panjang maupun bobot harian yang efektif terlihat pada perlakuan AzA (air zamzam 100%) dan peningkatan tertinggi kedua pada perlakuan AzB (air zamzam 50%) serta perlakuan Ak (air kolam sebagai kontrol). Peningkatan terendah terdapat pada perlakuan As (air sumur). Rata-rata peningkatan panjang dan bobot harian terjadi mulai hari ke-14. Namun, pertambahan panjang harian lebih kecil peningkatannya bila dibandingkan dengan pertambahan bobot harian pada ikan.. Hal ini dikarenakan pertumbuhan panjang pada ikan akan sangat lama bila dibandingkan dengan pertumbuhan bobot pada pertumbuhan ikan. Pertambahan panjang sangat dipengaruhi oleh gaya berenang pada ikan. Selain itu pemanfaatan energi dari pemberian pakan selama penelitian dan penyediaan media air yang berbeda pada ikan mempengaruhi penambahan panjang dan bobot harian ikan. Menurut Nurdawati [7], faktor kondisi ikan sangat dipengaruhi oleh pola pertumbuhannya, ikan-ikan yang memiliki pola pertumbuhan alometrik, jika semakin besar panjang dan bobotnya maka semakin kecil faktor kondisinya. Pada ikan yang memiliki pola pertumbuhan isometrik jika semakin besar bobot tubuhnya maka semakin besar pula faktor kondisinya.

Selama penelitian kualitas air diukur setiap 7 hari sekali secara berkala. Pengecekan kualitas air dilakukan untuk mengetahui apakah faktor kondisi lingkungan mempengaruhi laju pertumbuhan pada ikan tawes. Pengukuran kualitas air dilakukan setiap pagi hari untuk mendapatkan kisaran yang representatif. Selama penelitian pada setiap perlakuan suhu berkisar antara 25-26°C. Menurut Boyd dan Kopler [6], suhu perairan yang diperoleh masih mendekati suhu yang optimum untuk pertumbuhan ikan pada umumnya yaitu 25-30°C. Sedangkan nilai pH yang terukur selama penelitian pada setiap perlakuan bernilai sama yaitu 7 namun berbeda

halnya pada air zamzam 100% yang memiliki nilai pH 8. Namun dalam hal ini ikan masih tetap bisa bertahan hidup pada pH 8. Menurut Boyd dan Kopler [6], pH perairan yang masih dianggap optimum untuk pertumbuhan ikan yaitu berkisar 6,7-8,6. Kisaran oksigen berbeda pada setiap perlakuan, hal ini dikarenakan perbedaan kondisi fisik perairan. Oksigen terlarut yang diperoleh selama penelitian berkisar antara 4,9-5,6 mg/L. Oksigen terlarut paling tinggi yaitu pada perlakuan Air zamzam dan terendah pada air sumur. Swingle (1969) dalam Effendi [8] menyatakan bahwa semua organisme akuatik termasuk ikan tawes menyukai kondisi oksigen terlarut > 4.0 mg/L. Ikan membutuhkan oksigen terlarut dalam jumlah cukup untuk melakukan aktifitas fisiologi. Kisaran oksigen terlarut yang ditemukan selama penelitian dipandang mampu mendukung kehidupan ikan tawes. Salmin (2005) dalam Rumondang [9] menyatakan bahwa oksigen terlarut merupakan salah satu parameter perairan yang menentukan kualitas suatu perairan. Effendi [8] menyatakan bahwa kebutuhan oksigen sangat dipengaruhi oleh suhu dan aktivitas organisme. Adapun kandungan ammonia pada semua perlakuan 0,5-1 mg/L. Menurut Boyd dan Kopler [6] ammonia yang optimum di suatu perairan berkisar < 1 mg/L. Namun pada perlakuan air sumur ammonia mencapai 1 mg/L dalam hal ini air sumur tidak cocok untuk media ikan tawes.

Dari hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa ikan tawes memiliki pola pertumbuhan isometrik dimana hasil pertambahan bobot lebih tinggi bila dibandingkan dengan pertambahan panjangnya. Hal ini membuktikan bahwa air zamzam mampu meningkatkan bobot pada ikan tawes tersebut.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Departemen Agama Indonesia yang telah membiayai penelitian hingga selesai serta kepada Balai Perairan Perikanan Umum (BPPU) Cianjur yang menyediakan benih ikan tawes sebagai bahan penelitian.

Daftar Pustaka

- [1] Ghani, R. M. A. 2012. Effect of Zamzam Water Intake During Labor On Maternal And Neonatal Outcome: A Randomized Controlled Trial. *Academic Research International*. Vol. 2, No. 3.
- [2] Suryanto, A. M & Budi, S. 2007. Pengaruh Umur yang Berbeda Pada Larva Ikan Nila (*Oreochromis* sp.) Terhadap Tingkat Keberhasilan Pembentukan Kelamin Jantan dengan Menggunakan Metil Testosterone. *Jurnal Protein*. Vol. 15 No. 1 Hal :48-5.
- [3] Hamed, B.A., H.M.A. Mutwally and S.A.M. Omar, 2009. Some Physiological Parameters of the Yields of *Vicia faba* L. and *Triticum vulgare* L. Irrigated with Zamzam, Desalinized and Well Water. *World J. Agri.Sci.*, Vol. 5. hl. 480-486.
- [4] Effendi. 1997. *Metode Biologi Perikanan Bagian Perikanan Bagian I*. Yayasan Dwi Sri Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [5] Boyd CE. 1990. *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Birmingham Publishing Co, Alabama.
- [6] Boyd C E dan Kopler.1979. *Water Quality Management in Warm Water Fish Pond*. Craft : Master Printer, Inc Opelika. Alabama.
- [7] Nurdawati, Syarifah. 2010. *Pola Pertumbuhan dan Faktor Kondisi Ikan Tilan (Mastacembelus erythrotaenia Bleeker 1850) Sehubungan dengan Perubahan Musim dan Tipe Habitat di Sungai Musi Bagian Hilir*. Balai Riset Perikanan Perairan Umum Jalan Beringin 308 Mariana Palembang.
- [8] Effendi H. 2003. *Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumberdaya dan lingkungan perairan*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- [9] Rumondang. 2013. *Kajian Makanan Dan Pertumbuhan Ikan Brek (Barbonymus Balleroides Val. 1842) Di Sungai Serayu Kabupaten Banjarnegara Provinsi Jawa Tengah*. [Tesis]. Institut Pertanian Bogor.

FH-7

Potensi Ekstrak Bonggol Pisang Ambon (*Musa paradisiaca* var. *sapientum* L.) Terhadap Penyembuhan Luka Biopsi Pada Kulit Mencit (*Mus musculus*)

Munik Sriayu Fitriani^{1,a)}, Astuti Kusumorini¹, Ucu Julita¹

¹Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati
Bandung

Jl. A.H. Nasution No.105 Cibiru, Bandung 40614

^{a)}e-mail : muniksriayufitriani@gmail.com

Abstrak. Pisang adalah nama umum yang diberikan pada tumbuhan terna raksasa berdaunbesar memanjang dari suku *Musaceae*. Getah bonggol pisang Ambon mengandung tannin, flavonoid dan saponin sebagai antibiotik dan perangsang pertumbuhan sel-sel baru pada luka. Selain mengandung saponin, tannin dan flavonoid, bonggol pisang Ambon juga mengandung 68% air, 25% gula, 2% protein, 1% lemak dan minyak serta 1% serat Selulosa. Getah bonggol pisang di masyarakat khususnya di daerah Jawa telah dikenal sebagai obat untuk menyembuhkan luka, seperti luka sayatan benda tajam, luka goresan benda tumpul dan lain-lain. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui efektifitas pemberian ekstrak getah bonggol pisang ambon (*Musa paradisiaca* var. *Sapientum* L.) terhadap penyembuhan luka biopsi secara *in vivo*. Bonggol pisang Ambon (*Musa paradisiaca* var. *Sapientum* L.) diekstraksi untuk mengambil getah yang terkandung didalamnya. Ekstraksi dilakukan dengan menggunakan metode *soxletasi* dengan pelarut etanol. Ekstrak dibuat dengan beberapa variasi konsentrasi ialah 3%, 9% dan 15% diberikan secara topikal pada mencit jantan yang telah diberi luka biopsi 1x sehari selama 21 hari. Penelitian ini termasuk jenis penelitian eksperimental murni dengan percobaan rancangan acak lengkap yang menggunakan analisis data pola dua arah (*Two way anova*). Data patologi anatomi diperoleh dengan pengamatan makroskopis luka dan pengukuran rata-rata diameter luka. Distribusi data dianalisis dengan uji *Kolmogorov-Smirnov*, homogenitas data dianalisis dengan uji *Kruskal-Wallis*, dilanjutkan ANAVA dua arah dan uji *Duncan* dengan taraf kepercayaan 95%. Hasil pengamatan patologi anatomi ialah rata-rata diameter luka yang paling kecil selama 21 hari pengamatan adalah EGP 9% dengan nilai 0.17 cm, rata-rata diameter luka untuk KN sebesar 0.18 cm, KP 0.19 cm, EGP 3% sebesar 0.22 cm dan EGP 15% sebesar 0.19 cm. Diketahui bahwa pemberian akuades sebagai kontrol negatif, chloromphenicol sebagai kontrol positif, serta kelompok perlakuan 3%, 9% dan 15% memberikan hasil yang sangat signifikan diantara kelima perlakuan tersebut.

Kata kunci : diameter luka, ekstrak bonggol pisang dan *Musa paradisiaca* var. *sapientum* L.

Abstract. Banana is the common name given to a giant herb large-leaved plants extends from the tribe *Musaceae*. Banana weevil Ambon sap contains tannins, flavonoids and saponins as antibiotics and growth stimulants new cells in the wound. Besides containing saponins, tannins and flavonoids, Ambon banana weevil also contains 68% water, 25% sugar, 2% protein, 1% fat and oil and 1% cellulose fibers. Sap banana weevil in society, especially in the area of Java has been known as a medicine to heal wounds, such as cuts

sharp objects, blunt objects scars and others. This research was conducted in order to determine the effectiveness of the extract sap hump banana (*Musa paradisiaca* var. *Sapientum* L.) on wound healing *in vivo* biopsy. Ambon banana weevil (*Musa paradisiaca* var. *Sapientum* L.) were extracted for took this sap contained therein. Extraction is done by using soxletasi with ethanol. Extracts made with some variations konsertrasi is 3%, 9% and 15% administered topically in male mice that had been given a biopsy wound 1x daily for 21 days. This research includes experimental research purely by trial completely randomized design that uses two-way data analysis pattern (*Two way anova*). Data obtained with the anatomical pathology wound macroscopic observation and measurement of the average diameter of the wound. Distribution data is analyzed by *Kolmogorov-Smirnov* test, homogeneity test data is analyzed by *Kruskal-Wallis*, followed by two-way ANOVA and *Duncan* test with 95% confidence level. The observation of anatomic pathology is the average diameter of the most minor injuries during the 21 days of observation is EGP 9% to the value of 0.17 cm, the average diameter of the wound to 0:18 cm KN, KP 0:19 cm, EGP 3% by 0:22 cm and EGP 15% by 0:19 cm. It is known that the administration of distilled water as a negative control, chloromphenicol as a positive control and treatment groups 3%, 9% and 15% give very significant results among the five treatments.

Keywords: wound diameter, extract banana weevil and *Musa paradisiaca* var. *sapientum* L.

Pendahuluan

Penyembuhan luka adalah suatu proses yang kompleks melalui beberapa fase yaitu, koagulasi, inflamasi, proliferasi, dan fase remodelling. Penyembuhan luka dipengaruhi oleh beberapa faktor termasuk jenis obat-obatan yang digunakan. Bahan obat dapat berasal dari hewan maupun dari tumbuhan [1].

Tujuan utama dari perawatan terhadap luka adalah untuk menyembuhkan luka dengan waktu yang paling minimal dengan kesakitan yang paling rendah, rasa nyaman dan tidak meninggalkan bekas pada pasien [2].

Di beberapa daerah khususnya di Jawa Barat dari jaman dahulu memiliki cara pengobatan tradisional dengan menggunakan bahan alami berupa getah dari pohon pisang. Getah dari pohon pisang sering digunakan untuk mengobati luka terbuka pada kulit dengan cara mengoleskan getah pohon pisang langsung ke daerah luka. Dengan dasar ini dilakukan penelitian untuk membuktikan kandungan yang terdapat dari getah pohon pisang serta membuktikan keefektifan dari getah bonggol pisang untuk membantu proses penyembuhan luka terbuka khususnya. Salah satu jenis pisang yang sering kita jumpai adalah pisang ambon *Musa paradisiaca* var. *sapientum*. Pisang adalah nama umum yang diberikan pada tumbuhan terna raksasa berdaunbesar memanjang dari suku *Musaceae*. Beberapa jenisnya (*Musa acuminata*, *M. balbisiana*, dan *M. paradisiaca*) menghasilkan buah konsumsi yang dinamakan sama.

Menurut Priosoeryanto dkk.[3], getah bonggol pisang Ambon mengandung tannin, flavonoid dan saponin sebagai antibiotik dan perangsang pertumbuhan sel-sel baru pada luka. Sedangkan menurut Wijaya [4], selain mengandung saponin, tannin dan flavonoid, bonggol pisang Ambon juga mengandung 68% air, 25% gula, 2% protein, 1%, lemak dan minyak serta 1% serat Selulosa. Sebagaimana juga bonggol pisang mengandung pati dan asam tanin, vitamin A (300 IU per seratus gram), vitamin B dengan berbagai jenisnya; B1, B2, B 6, dan 12 (100 mg per seratus gram), persentase yang cukup dari vitamin D, dan sedikit Vitamin Z. Dan pisang juga mengandung Kalsium (100 mg per seratus gram), Fosfor, Besi, Sodium, Kalium (potassium), Magnesium, dan Seng yang bekerja dalam proses penyembuhan luka.

Oleh karena itu dilakukan ekstraksi bonggol pisang sebagai suatu sediaan obat herbal sebagai luka biopsi dengan mengamati terjadinya penurunan diameter luka dengan menggunakan hewan uji mencit (*Mus musculus*) jantan. Penelitian ini bertujuan untuk

mengetahui efektifitas dari ekstrak getah bonggol pisang ambon (*Musa paradisiaca* var. *Sapientum* L.) terhadap penyembuhan luka terbuka.

Metodologi

Alat

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini yaitu Punch Biopsy Standard, batang pengaduk, cawan penguap, erlenmeyer, gelas ukur, jangka sorong, kandang, pencukur rambut (Viet), penggaris, rotary evaporator, timbangan analitik, mikropipet, pinset, pipet tetes, pisau, kamera, pinset, soklet, water bath, dan cawan petri.

Bahan

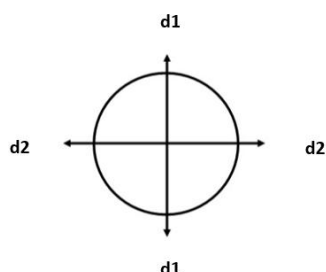
Bahan yang digunakan adalah chloroform, chloromphenicol (Salep Kulit), etanol, aluminium foil, kertas saring, label, mencit, bonggol pisang ambon, kapas, sarung tangan, masker, dan aquades. Hewan percobaan yang digunakan adalah mencit (*Mus musculus*) berumur 8-12 minggu dengan berat 20-30 g dan sehat. Mencit diperoleh dari SITH Institut Teknologi Bandung.

Metode

Metode penelitian ini yang digunakan adalah metode eksperimental di labolatorium dengan tahapan sebagai berikut:

1. Ekstraksi menggunakan pelarut metanol dengan metode soxletasi.
2. Uji aktivitas antiinflamasi dengan metode radang akut yang diinduksi ekstrak getah gedebog pisang ambon (*Musa paradisiaca* var. *Sapientum* L) 3%, 9% dan 15% sebanyak 0,05 ml (2 tetes) 1x sehari selama 21 hari.
3. Perhitungan rata-rata diameter luka

Pengamatan secara patologi anatomi dilakukan pada hari ke-1, 3, 7, 14 dan 21 dilakukan pemotretan pada luka menggunakan kamera digital. Parameter yang diamati adalah adanya pembekuan darah, terbentuknya keropeng, penutupan luka, dan ukuran luka. Berikut perhitungan diameter rata-rata luka :



Keterangan :

d1 : diameter ke-1

d2 : diameter ke-2

dr : luka hari ke-0

r : rata-rata ukuran luka

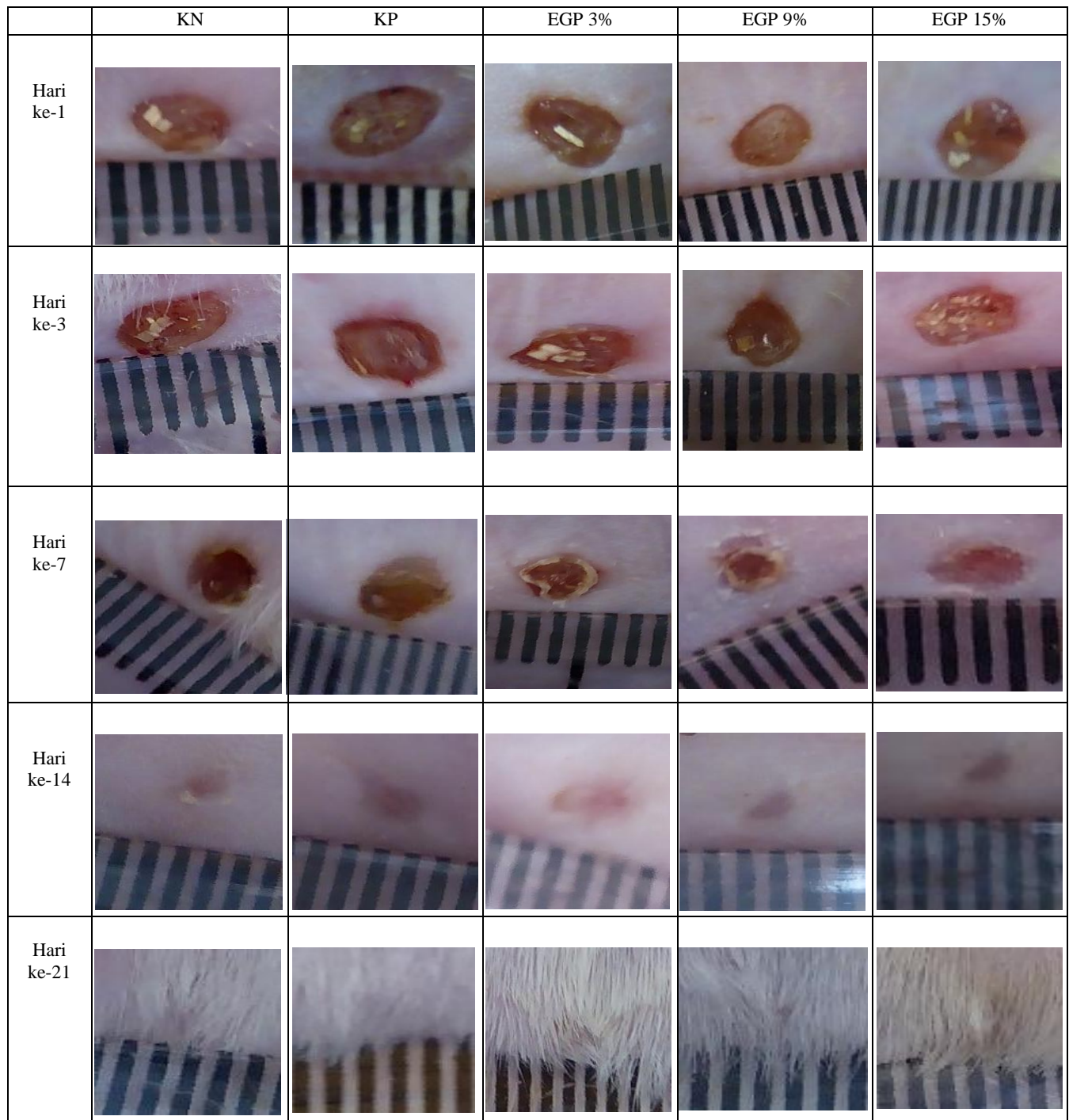
Dimana :

- Luas luka awal : $B = \frac{22}{7} \times \frac{0.4}{2} \times \frac{0.4}{2}$
- Rata-rata diameter luka : $d = \frac{d1+d2}{2}$
- Jari-Jari luka : $r = \frac{d}{2}$
- Luas luka : $Lr = \frac{22}{7} \times r \times r$
- Waktu penyembuhan luka : $A = \frac{22}{7} \times \frac{d}{2} \times \frac{d}{2}$
- Luas Penyembuhan luka : $C = B - A$

4. Secara statistik, data yang diperoleh dari 5 kelompok sampel, diuji normalitas sebaran datanya dengan Uji Kruskal-wallis. Setelah didapatkan data sebaran normal, kemudian diuji parametrik dengan Uji Two Way Anova.

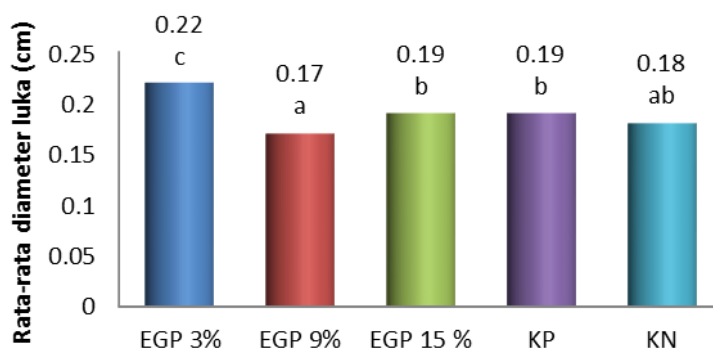
Hasil

Hasil pengamatan luka biopsi pada kulit punggung mencit (*Mus Musculus*) selama 21 hari pengamatan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Pengamatan Makroskopis Luka Biopsi pada Kulit Punggung Mencit (*Mus Musculus*) Selama 21 Hari Pengamatan

Keterangan : KN : Kontrol Negatif (Akuades)
 KP : Kontrol Positif (Chloromphenikol)
 EGP : Ekstrak Bonggol Pisang

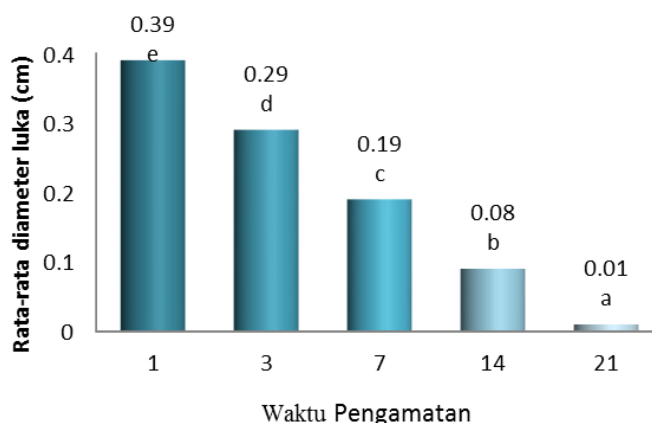


Gambar 2 Diameter Luka Biopsi Terhadap Kelompok Perlakuan

Keterangan : EGP = Ekstrak Gedebog Pisang

KP = Kontrol Positif (Cloromphenicol)

KN = Kontrol Negatif (Aquadex)

a = Berbeda nyata ($\alpha \leq 0,05$) dengan taraf kepercayaan 95%b = Tidak berbeda nyata ($\alpha \geq 0,05$) dengan taraf kepercayaan 95%

Gambar 3 Diameter Luka Biopsi Kelompok Perlakuan Terhadap Hari

Keterangan : EGP = Ekstrak Gedebog Pisang

KP = Kontrol Positif (Cloromphenicol)

KN = Kontrol Negatif (Aquadex)

Pembahasan

Potensi bonggol pisang sebagai alternatif untuk penyembuhan luka. Bonggol pisang adalah salah satu bagian dari pohon pisang yang biasanya tidak dimanfaatkan karena dianggap tidak memiliki nilai. Pengukuran diameter luka dilakukan 1 kali sehari selama 21 hari pengamatan pada kulit punggung mencit yang telah diberi luka biopsi. Setelah mendapatkan hasil pengukuran kemudian dapat dihitung rata-rata dari diameter luka biopsi punggung mencit. Rentang waktu pengukuran luka yang digunakan beberapa waktu diantaranya 1, 3, 7, 14 dan 21 hari setelah diberi luka biopsi.

Hasil pengamatan makroskopis pada kelima kelompok perlakuan pada hari ke-0 luka terlihat basah dan terjadi kemerahan (eritema), pada hari pertama hingga hari ke-3 tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, dimana luka dari kelima kelompok masih sama terbuka dan belum terlalu kering dan masih kemerahan (eritema). Kemerahan (eritema) merupakan tahap pertama yang terlihat di daerah yang mengalami peradangan terjadi pada hari ke-1 sampai hari ke-3. Warna merah pada luka merupakan hasil dari suatu peradangan terhadap luka. Reaksi ini berupa vasokonstriksi yang merupakan penyempitan pembuluh darah, kondisi ini akan mengurangi jumlah darah yang mengalir pada bagian tubuh yang terluka. Segera diikuti oleh

vasodilatasi dimana terjadi pembesaran lumen pembuluh darah akibat relaksasi otot polos. Adanya gumpalan darah merupakan reaksi platelet yang teraktivasi dan protein fibrinogen yang banyak dikeluarkan oleh pembuluh darah. Platelet akan teraktivasi untuk membentuk benang-benang fibrin yang akan menghentikan hemoragi (pendarahan) dan akan terlihat berupa gumpalan darah.

Pembengkakan terjadi pada hari ke-1 sampai hari ke-3, dimana luka terbuka masih mengalami eritema. Menurut Luviana [5], pembengkakan disebabkan hiperemi dan sebagian besar ditimbulkan oleh pengiriman cairan dan sel-sel dari sirkulasi darah ke jaringan-jaringan interstitial. Eritema dan pembengkakan (edema) merupakan tahapan dalam fase inflamasi. Hal tersebut sesuai dengan paparan yang disampaikan oleh Orsted *et al.* (2011) bahwa fase inflamasi adalah adanya respons vaskuler dan seluler yang terjadi akibat perlukaan yang terjadi pada jaringan lunak. Tujuan yang hendak dicapai adalah menghentikan perdarahan dan membersihkan area luka dari benda asing, sel-sel mati dan bakteri untuk mempersiapkan dimulainya proses penyembuhan. Dengan berhasilnya dicapai luka yang bersih, tidak terdapat infeksi atau kuman serta terbentuknya makrofag dan fibroblas, keadaan ini dapat dipakai sebagai pedoman/parameter bahwa fase inflamasi ditandai dengan adanya: eritema, hangat pada kulit, edema dan rasa sakit yang berlangsung sampai hari ke-1 sampai hari ke-4.

Setelah terjadi fase inflamasi pada luka mulai terbentuk keropeng, kelompok perlakuan yang paling cepat terbentuknya keropeng yaitu perlakuan EGP 9%, keropeng mulai terbentuk pada hari ke-6 atau ke-7. Sedangkan perlakuan KN, KP, EGP 3% dan EGP 15% mulai terbentuk keropeng pada hari ke-5 sampai ke-7. Pada perlakuan EGP 9% pada hari ke-8 keropeng terlepas. Untuk Perlakuan KN, KP, EGP 3% dan EGP 15% keropeng terlepas pada hari ke-10 dan ke-11.

Gambaran makroskopis sampai hari ke-7 dari luka kelompok perlakuan EGP 9% luka terlihat lebih sempit jika dibandingkan dengan KN, KP, EGP 3% dan EGP 15% (Gambar 1). Gambar diatas menunjukkan bahwa pemberian EGP dengan dosis 9% memberikan efek terjadinya penutupan luka paling cepat yaitu pada hari ke-11 karena pada hari ke-14 luka telah sembuh sempurna dan semakin mengecil, dibandingkan dengan pemberian dosis KN, KP, EGP 3% dan EGP 15%. Pada area dekat luka mulai ditumbuhi rambut pada hari ke-7 dan mulai tumbuh rambut pada bagian luka terjadi pada hari ke-18. Sedangkan penutupan luka sepenuhnya dan tumbuhnya rambut di sekeliling luka terjadi pada hari ke-21 pada semua kelompok perlakuan. Tumbuhnya rambut pada daerah luka tersebut menunjukkan terjadinya proses regenerasi dan kondisi kulit sudah mulai kembali normal [7]. Tumbuhnya rambut yang lebih cepat pada kelompok perlakuan EGP dan kelompok kontrol positif menunjukkan proses regenerasi pada kulit mencit lebih cepat dibandingkan dengan kelompok kontrol negatif.

Hal ini dikarenakan EGP mengandung sapogenin (saponin) yang mampu mengurangi permeabilitas lapisan mukosa sehingga ikatan antar sel pada lapisan mukosa lebih luas. Lapisan menjadi besar bagi mikroorganisme dan zat-zat kimia iritan tidak dapat masuk ke dalam luka. Selain senyawa sapogenin juga terdapat senyawa tanin yang mampu memberikan efek pada penyembuhan luka. Senyawa tanin yang mampu menghambat hipersekresi cairan mukosa dan menetralkan protein inflamasi [8]. Tanin memiliki afinitas terhadap protein sehingga dapat terkonsentrasi pada area luka, selain itu senyawa tanin berfungsi sebagai astringen dalam proses penyembuhan luka. (Kristiyaningrum, *et al.*, 2013).

Rata-rata diameter luka biopsi selama 21 hari pengamatan yang diperoleh dianalisis secara statistik menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov untuk mengetahui normalitas distribusi data dimana hasilnya menunjukkan bahwa semua data kelompok perlakuan terdistribusi normal. Sedangkan untuk menguji homogenitas data digunakan metode kruskal-wallis untuk melihat data diameter luka terbuka homogen atau tidak. Hasilnya menunjukkan bahwa data diameter luka terbuka bervariasi homogen ($\alpha \geq 0,05$). Dengan demikian syarat uji ANAVA terpenuhi. Oleh karena itu pengujian dilanjutkan dengan uji Duncan.

Dari analisis variasi dua arah (Two Way Anova) diketahui nilai probabilitasnya 0.000 ($\alpha \leq 0.05$). Pemberian akuades sebagai kontrol negatif, chloromphenikol sebagai kontrol positif, serta

kelompok perlakuan 3%, 9% dan 15% memberikan hasil yang sangat signifikan diantara kelima perlakuan tersebut.

Pengukuran rata-rata diameter luka pada gambar 4.2 untuk semua kelompok perlakuan pada hari ke-0 sampai hari ke-21 mengalami perubahan diameter luka. Dimana perlakuan EGP 9% memberikan hasil yang maksimal yaitu dengan hasil diameter luka yang paling kecil jika dibandingkan dengan keempat perlakuan lainnya ialah sebesar 0.17 cm. Rata-rata diameter luka untuk KN sebesar 0.18 cm, KP 0.19 cm, EGP 3% sebesar 0.22 cm dan EGP 15% sebesar 0.19 cm.

Diameter luka yang paling signifikan diperoleh pada EGP 9% sebesar 0.17 cm dibandingkan kelompok perlakuan lainnya. Artinya didalam ekstrak bonggol pisang Ambon mengandung zat aktif yang mampu meningkatkan aliran darah ke daerah luka dan juga dapat menstimulasi fibroblast sebagai respon untuk penyembuhan luka yaitu saponin, flavonoid dan tanin. Sebaliknya daya penyembuhan luka terbuka pada mencit jantan paling rendah terdapat pada luka perlakuan aquades dan EGP 3% sebesar 0.22 cm. Hal ini disebabkan karena kelompok luka perlakuan aquades tidak diberikan obat atau bahan/zat yang berkhasiat untuk menutupi luka dan kelompok ini juga mengalami penyembuhan luka ditandai dengan mengecilnya diameter luka pada mencit artinya tubuh yang sehat mempunyai kemampuan alami untuk melindungi dan memulihkan dirinya [10]. Sedangkan perlakuan EGP 3% disebabkan luka pada punggung mencit terjadi berulang-ulang karena mencit yang sering berkelahi sehingga menyebabkan proses penyembuhan luka berjalan lambat. Selain itu EGP memiliki bahan aktif yang terkandung dalam bonggol pisang Ambon yaitu tannin, saponin dan flavonoid yang berguna sebagai antibiotik dan merangsang pertumbuhan sel-sel baru pada luka [3].

Dari analisis variansi dua arah (Two way anova) diketahui nilai probabilitasnya 0.003 ($\alpha \leq 0.05$). Hasil pada gambar 4.3 diketahui bahwa pemberian aquades sebagai kontrol negatif, chloromphenikol sebagai kontrol positif, serta kelompok perlakuan EGP 3%, 9% dan 15% memberikan hasil yang sangat signifikan diantara kelima perlakuan tersebut. Jadi, semakin lama waktu (hari) maka diameter luka terbuka semakin kecil, penurunan luka yang paling kecil ialah sebesar 0.01 cm.

Pengaruh perlakuan hari terhadap kelompok perlakuan nilai diameter luka terbuka 0.003 yang berarti lebih kecil dari 0,05, hal ini menunjukkan bahwa kelompok uji terhadap waktu tidak signifikan. Artinya lamanya hari tidak ada pengaruh dengan besarnya konsentrasi.

Dari hasil penelitian efektifitas pemberian ekstrak getah bonggol pisang ambon (*Musa paradisiaca* var. *Sapientum* L.) terhadap penyembuhan luka biopsi yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa hasil pengamatan patologi anatomi ialah rata-rata diameter luka yang paling kecil selama 21 hari pengamatan adalah EGP 9% dengan nilai 0.17 cm, rata-rata diameter luka untuk KN sebesar 0.18 cm, KP 0.19 cm, EGP 3% sebesar 0.22 cm dan EGP 15% sebesar 0.19 cm. Pada perlakuan EGP 9% luka lebih cepat kering dan muncul keropeng serta proses penyembuhan luka paling cepat sehingga pada hari ke-14 luka terlihat sudah sangat kecil.

Daftar Pustaka

- [1] Sura M.G., Carabelly N.A., dan Apriasari L.M. 2013. Aplikasi Ekstrak Haruan (*Channa striata*) 100% Pada Luka Punggung Mencit (*Mus musculus*) Terhadap Jumlah Neutrofil Dan Makrofag. *Jurnal PDGI Vol 62. No.2.* h. 41.
- [2] Cockbill S. 2002. Evaluation *In Vivo* and *In Vitro* of The Performance of Interactive Dressings in The Management of Animal Soft Tissue Injuries. *Veterinary Dermatology Science* (9). h. 87-98.
- [3] Priosoeryanto P.B., Huminto H., Wientarsih I., dan Estuningsih S. 2006. Aktivitas Getah Batang Pohon Pisang Dalam Proses Persembuhan Luka Dan Efek Kosmetikny Pada Hewan. *Article*. Bogor :Klinik Reproduksi dan patologi FKH IPB. h. 1.
- [4] Wijaya A. 2013. Kandungan Gizi dan Manfaat Buah Pisang Bagi Kesehatan. [Online]. Tersedia: <http://permathic.blogspot.co.id/2013/04/gandungan-gizi-dan-manfaat-buah-pisang.html>. (Diakses pada tanggal 01-04-2016).

- [5] Luviana LAI. 2009. Pengaruh Pemberian Getah Tanaman Patah Tulang Secara Topikal Terhadap Gambaran Histopatologis dan Ketebalan Lapisan Keratin Kulit [*Skripsi*]. Semarang: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
- [6]
- [7] Listyanti AR. 2006. Pengaruh Pemberian Getah Bonggol Pisang Ambon (*Musa paradisiacal var. Sapientum*) dalam Proses Persembuhan Luka pada Mencit (*Mus musculus albinus*). [*Skripsi*]. Fakultas Kedokteran Hewan IPB : Bogor.
- [8] Suprpto AK. 2012. Efek Salep Ekstrak Metanoldan Salep Serbuk Daun Sosor Bebek (*Kalanchoe pinnata* (Lamk)) Terhadap Penyembuhan Luka Sayat Pada Mencit. [*Karya Tulis Ilmiah*]. Bandung: Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Maranatha.
- [9]
- [10] Klokke. 1980. *Pedoman Untuk Pengobatan Luar Penyakit Kulit*. PT. Gramedia : Jakarta.

FH-3

Pemanfaatan Ekstrak Metanol Tanaman *Begonia muricata* Bl., *Melastoma affine* D. Don., *Mussaenda philippica* L. Dan *Strobilanthes crispus* Bl. Dalam Pengendalian Nyamuk *Aedes aegypti* Vektor Penyakit Demam Berdarah Dengue

Melanie^{1,a)}, Wawan Hermawan², Desi Harneti Puspa³, Tessie Trestiana⁴

^{1,2 & 4}) Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Padjadjaran

³) Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Padjadjaran

^{a)}melanie@unpad.ac.id

Abstrak. Indonesia kaya akan keanekaragaman jenis tumbuhan penghasil metabolit sekunder yang berpotensi sebagai insektisida nabati, namun saat ini pemanfaatannya belum dilakukan dengan maksimal. Beberapa tanaman hias dibalik keindahannya diketahui memiliki kandungan metabolit sekunder yang berpotensi insektisidal, diantaranya termasuk kategori tanaman berbahaya dan beracun dan telah dimanfaatkan pula oleh masyarakat lokal sebagai obat tradisional. Tanaman *Begonia muricata* Bl., *Melastoma affine* D. Don., *Mussaenda philippica* L. dan *Strobilanthes crispus* Bl merupakan tanaman hias yang diketahui mengandung metabolit sekunder berpotensi insektisidal, selain sebagai tanaman hias dimanfaatkan pula sebagai tanaman obat. Melalui penelitian diketahui potensi toksisitas dan daya hambat ekstrak metanol batang keempat jenis tumbuhan tersebut terhadap larva *Aedes aegypti*. Nyamuk *Aedes aegypti* merupakan vektor utama DBD yang mengakibatkan kematian yang cukup tinggi di Indonesia. Menentukan toksisitas dari ekstrak batang masing-masing tumbuhan uji dilakukan melalui uji hayati dengan enam taraf konsentrasi dan tiga ulangan dan data yang diperoleh diolah dengan menggunakan analisis probit untuk menentukan nilai LC₅₀. Menentukan daya hambat ekstrak batang masing-masing tumbuhan uji digunakan Rancangan Acak Lengkap dengan enam taraf konsentrasi dan tiga ulangan. Data yang diperoleh diolah dengan analisis varian dan dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak metanol masing-masing batang tumbuhan uji yang memiliki nilai toksisitas yang paling tinggi adalah *B. muricata* Bl. dengan waktu pendedahan 24 jam adalah sebesar 1.617,4 ppm dan waktu pendedahan 48 jam adalah 1.456,7ppm. Hasil dari daya hambat masing-masing ekstrak metanol batang untuk *B. Muricata* Bl. menunjukkan persentase daya hambat kurang dari 40%; *M. affine* D.Don. menunjukkan persentase daya hambat kurang dari 43,33%; *M. philippica* L. menunjukkan persentase daya hambat kurang dari 30%; sedangkan *S. crispus* Bl. menunjukkan persentase daya hambat kurang dari 46,67%.

Kata kunci: Ekstrak etanol, *Begonia muricata* Bl., *Melastoma affine* D. Don., *Mussaenda philippica* L. dan *Strobilanthes crispus* Bl., larva *Aedes aegypti* L

Pendahuluan

Aedes aegypti merupakan vektor utama dalam penyebaran penyakit Demam Berdarah Dengue [1]. Sampai saat ini belum ditemukan obat atau vaksin virus DBD sehingga salah satu cara pencegahannya adalah dengan memutuskan rantai penularan dengan memberantas vektornya [2]. Usaha penanggulangan DBD yang umum digunakan melalui pengendalian vektor secara kimia dengan *fogging*, yaitu pengasapan yang dilakukan dengan ultra low volume (ULV) dengan target nyamuk dewasa [3]. Penanggulangan terhadap larva nyamuk umumnya dilakukan dengan pennebaran abate sebagai larvasida pada tempat pembiakan nyamuk [4]. Penggunaan insektisida kimiawi secara umum sangat berhasil dalam mengendalikan serangga vektor penyakit seperti nyamuk, namun penggunaan insektisida yang terus menerus akan menyebabkan resistensi nyamuk dan meninggalkan residu dan mengganggu pernafasan [5].

Indonesia merupakan salah satu negara di dunia yang mempunyai jumlah keanekaragaman hayati yang tinggi. Melimpahnya kekayaan flora Indonesia berpotensi sebagai sumber biopestisida. Lebih dari 40 jenis tumbuhan dari berbagai provinsi di Indonesia yang telah dilaporkan berpotensi sebagai pestisida nabati [6]. Hamid & Nuryani [7] menyatakan bahwa di Indonesia terdapat 50 famili tumbuhan penghasil racun. Dengan demikian, pemanfaatan biopestisida di Indonesia sangat potensial untuk dikembangkan. Senyawa-senyawa aktif yang bersifat insektisidal tersebut dihasilkan dari metabolit sekunder yang berfungsi sebagai mekanisme pertahanan atau perlindungan terhadap serangan bakteri, virus ataupun serangga [8]. Senyawa metabolit sekunder dapat terkandung di akar, batang, daun, buah atau biji. Pada batang terdapat saluran pembuluh angkut yang menjadi jalur angkut produk metabolit sekunder, diantaranya terpenoid, resin, steroid, dan senyawa-senyawa fenol untuk melindungi batang terhadap kerusakan secara mikrobiologi atau serangan serangga [9]. Pada penelitian digunakan tumbuhan-tumbuhan obat yang belum diketahui pemanfaatannya sebagai tumbuhan insektisida alami, yaitu *Begonia muricata* Bl., *Melastoma affine* D. Don., *Mussaenda philippica* L., dan *Strobilanthes crispus* Bl (Gambar.1). Tumbuhan-tumbuhan tersebut mengandung senyawa-senyawa turunan dari senyawa terpenoid, alkaloid dan flavonoid yang berfungsi sebagai insektisida [10]. *Acanthus ilicifolius* yang satu famili dengan *S. crispus* Bl. memiliki kandungan alkaloid yang dapat dijadikan sebagai penolak nyamuk *Ae. aegypti* L. Pada batang *Hedyotis verticillata* yang satu famili dengan *M. philippica* L. menunjukkan aktivitas biologi pada *Artemia* sp. [11]. Hal tersebut melatarbelakangi digunakannya empat macam ekstrak metanol batang *B. muricata* Bl., *M. affine* D. Don., *M. philippica* L., dan *S. crispus* Bl. Ekstrak keempat jenis tumbuhan tersebut diharapkan mempunyai toksisitas dan daya hambat terhadap perkembangan larva *Ae. aegypti* L (Gambar.2), sehingga dapat digunakan untuk mengendalikan vektor penyakit DBD. Dengan demikian, dirumuskan permasalahan penelitian sebagai berikut, (1) Apakah ekstrak metanol masing-masing batang *B. muricata* Bl., *M. affine* D. Don., *M. philippica* L., dan *S. crispus* Bl. memiliki toksisitas terhadap larva *Ae. aegypti* L instar III dalam waktu 24 jam dan 48 jam ; (2) Apakah ekstrak metanol masing-masing batang *B. muricata* Bl., *M. affine* D. Don., *M. philippica* L., dan *S. crispus* Bl. memiliki daya hambat perkembangan larva *Ae. aegypti* L instar III menjadi pupa hingga dewasa dalam waktu 14 hari.



Gambar.1. A. *Begonia muricata* Bl. (Hariyang bulu), B. *Melastoma affine* D. Don. (Harendong), C. *Mussaenda philippica* L. (Nusa indah), dan D. *Strobilanthes crispus* Bl (Keji beling)



A B C D

Gambar.2. Tahapan perkembangan *Aedes aegypti* : A. Telur - B. Larva - C. Pupa - D. Imago

Bahan dan Metode

Toksistas dari ekstrak metanol masing-masing batang *B. muricata* Bl., *M. affine* D. Don., *M. philippica* L., dan *S. crispus* Bl. terhadap larva *Ae. aegypti* L. instar III, dilakukan dengan menentukan LC_{50} pada waktu 24 jam dan 48 jam. Parameter yang diamati yaitu jumlah larva yang mati pada waktu 24 jam dan 48 jam. Data yang diperoleh diolah dengan menggunakan analisis probit. Rancangan Acak Lengkap (RAL) digunakan pada uji hayati pengaruh ekstrak metanol batang *B. muricata* Bl., *M. affine* D. Don., *M. philippica* L., dan *S. crispus* Bl. terhadap daya hambat pembentukan pupa *Ae. aegypti* L. dan daya hambat larva menjadi nyamuk dewasa, dilakukan masing-masing 3 kali pengulangan. Parameter yang diukur adalah persentase jumlah larva *Ae. aegypti* L instar III yang menjadi pupa pada waktu pengamatan hari ke-7 dan persentase larva *Ae. aegypti* L instar III yang menjadi dewasa pada waktu pengamatan hari ke-14. Hasil uji dianalisis menggunakan dengan analisis varian (ANOVA). Pada perlakuan dengan pengaruh yang berbeda nyata dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan.

Hasil

1. Toksisitas Ekstrak *B. muricata* Bl., *M. affine* D. Don., *M. philippica* L. dan *S. crispus* Bl. terhadap larva *Ae. aegypti* L.

Penelitian uji toksistas (LC_{50}) ekstrak masing-masing batang *B. muricata* Bl., *M. affine* D. Don., *M. philippica* L. dan *S. crispus* Bl. terhadap larva *Ae. aegypti* L menghasilkan nilai LC_{50} 24 jam dan 48 jam yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel .1. Nilai LC_{50} ekstrak batang tumbuhan terhadap larva nyamuk *Ae. aegypti* L.

Ekstrak Batang Tumbuhan	LC_{50}	
	24 jam	48 jam
<i>B. muricata</i> Bl.	1.617,4ppm	1.456,7ppm
<i>M. affine</i> D. Don.	5.762,4ppm	4.884,2ppm
<i>M. philippica</i> L.	5.228,7ppm	4.343,4ppm
<i>S. crispus</i> Bl.	5.407,1ppm	4.806,7ppm

Berdasarkan Tabel.1, nilai LC_{50} 24 jam pada masing-masing ekstrak metanol batang tumbuhan lebih besar dibandingkan nilai LC_{50} 48 jam. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama larva hidup pada lingkungan yang mengandung ekstrak batang tumbuhan tersebut, maka semakin banyak larva yang mati. Keempat ekstrak batang tumbuhan, bila dibandingkan dengan kontrol (0 ppm) memiliki nilai LC_{50} yang lebih tinggi. Pada Tabel 1. juga dapat dilihat bahwa ekstrak batang *B. muricata* Bl. memiliki nilai LC_{50} yang lebih tinggi dibandingkan dengan ekstrak batang tumbuhan yang lain, semakin kecil nilai LC_{50} semakin besar sifat toksik yang dimilikinya.

2. Daya hambat ekstrak metanol batang terhadap perkembangan larva *Ae. aegypti*

2.1. Daya hambat ekstrak metanol batang *B. muricata* Bl.

Berdasarkan hasil analisis varian, daya hambat ekstrak metanol batang *B. muricata* Bl. terhadap perkembangan larva nyamuk *Ae. aegypti* L. menjadi pupa hingga dewasa pada berbagai taraf konsentrasi, diketahui terdapat perbedaan yang nyata antar konsentrasi dalam mempengaruhi perkembangan larva menjadi pupa dan larva menjadi dewasa (Tabel.2). Semakin tinggi konsentrasi, perkembangan larva menjadi pupa hingga dewasa semakin terhambat. Perlakuan ekstrak batang *B. muricata* Bl. terhadap perkembangan larva menjadi pupa dan larva menjadi dewasa pada konsentrasi terendah, yaitu 75 ppm sudah memberikan hasil yang berbeda nyata dengan kontrol yaitu masing-masing sebesar 86,67% dan 83,33%. Penggunaan larvasida secara praktis untuk membasmi larva nyamuk *Ae. aegypti* L. haruslah dapat mencapai daya hambat 100%, artinya semua larva nyamuk tidak dapat berkembang menjadi dewasa

Tabel.2. Pengaruh ekstrak metanol batang *B. muricata* Bl. dan taraf konsentrasi terhadap rata-rata persentase larva *Ae. aegypti* L. yang menjadi pupa dan larva *Ae. aegypti* L. yang menjadi dewasa

Konsentrasi (ppm)	Perkembangan larva-pupa (%)	Perkembangan larva-dewasa (%)
0	100 a	100 a
75	86,67 b	83,33 b
100	80 bc	76,67 bc
130	76,67 bcd	70 cd
180	73,33 cd	66,67 cd
240	66,67 d	60 d

Keterangan : Huruf kecil yang sama ke arah kolom menunjukkan tidak beda nyata

Pada Tabel 2. nampak bahwa nilai rata-rata persentase larva yang berkembang menjadi dewasa dari masing-masing konsentrasi bila dibandingkan dengan kontrol (100%) berturut-turut memiliki daya hambat sebesar 16,67%, 23,33%, 30%, 33,33%, dan 40%.

2.2. Daya hambat ekstrak metanol batang *Melastoma affine* D. Don.

Daya hambat ekstrak metanol batang *M. affine* D. Don. terhadap perkembangan larva nyamuk *Ae. aegypti* L. yang berhasil berkembang menjadi pupa hingga dewasa pada berbagai taraf konsentrasi melalui uji anava, diketahui terdapat perbedaan yang nyata antar konsentrasi dalam mempengaruhi perkembangan larva menjadi pupa dan larva menjadi dewasa, adapun perbedaan antara perlakuan masing-masing konsentrasi terhadap perkembangan larva- pupa dan larva- dewasa dapat dilihat melalui Tabel.3.

Tabel 3. Pengaruh ekstrak metanol batang *M. affine* D. Don. dan taraf konsentrasi terhadap rata-rata persentase larva *Ae. aegypti* L. yang menjadi pupa dan larva *Ae. aegypti* L. yang menjadi dewasa.

Konsentrasi (ppm)	Perkembangan larva-pupa (%)	Perkembangan larva-dewasa (%)
0	100 a	100 a
240	96,67 a	90 ab
320	90 ab	83,33 abc
420	83,33 ab	73,33 bcd
560	76,67 b	66,67 cd
750	60 c	56,67 d

Keterangan : Huruf kecil yang sama ke arah kolom menunjukkan tidak beda nyata.

Pada perlakuan ekstrak batang *M. affine* D. Don. semakin tinggi konsentrasi perkembangan larva menjadi pupa hingga dewasa semakin terhambat. Perkembangan larva menjadi pupa pada konsentrasi 240 ppm, 320 ppm, dan 420 ppm masing-masing memberikan hasil yang tidak berbeda nyata dengan kontrol., sedangkan pada konsentrasi 560 ppm dan 750 ppm menunjukkan hasil yang berbeda nyata dengan kontrol. Adapun perkembangan larva menjadi dewasa pada konsentrasi 240 ppm dan 320 ppm memberikan hasil yang tidak berbeda nyata dengan kontrol, sedangkan pada konsentrasi 420 ppm, 560 ppm dan 750 ppm menunjukkan hasil yang berbeda nyata dengan kontrol. Penggunaan larvasida secara praktis untuk membasmi larva nyamuk *Ae. aegypti* L. haruslah dapat mencapai daya hambat 100%, artinya semua larva nyamuk tidak dapat berkembang menjadi dewasa.

Pada Tabel 3. nampak bahwa nilai rata-rata persentase larva yang berkembang menjadi dewasa dari masing-masing konsentrasi bila dibandingkan dengan kontrol (100%) berturut-turut memiliki daya hambat sebesar 10%, 16,67%, 26,67%, 33,33%, dan 43,33%.

2.3. Daya hambat ekstrak metanol batang *Mussaenda philippica* L.

Daya hambat ekstrak metanol batang *M. philippica* L. terhadap perkembangan larva nyamuk *Ae. aegypti* L. yang berhasil berkembang menjadi pupa hingga dewasa berdasarkan hasil analisis varian terdapat perbedaan yang nyata antar konsentrasi dalam mempengaruhi perkembangan larva menjadi pupa dan larva menjadi dewasa, sehingga dilakukan uji lanjutan jarak berganda duncan (Tabel. 4).

Tabel 4. Pengaruh ekstrak metanol batang *M. philippica* L. dan taraf konsentrasi terhadap rata-rata persentase larva *Ae. aegypti* L. yang menjadi pupa dan larva *Ae. aegypti* L. yang menjadi dewasa.

Konsentrasi (ppm)	Perkembangan larva-pupa (%)	Perkembangan larva-dewasa (%)
0	100 a	100 a
240	96,67 ab	86,67 b
320	93,33 ab	86,67 b
420	86,67 b	80 bc
560	86,67 b	76,67 bc
750	76,67 c	70 c

Keterangan : Huruf kecil yang sama ke arah kolom menunjukkan tidak beda nyata

Berdasarkan Tabel 4. di atas dapat terlihat bahwa rata-rata persentase larva yang menjadi pupa dan larva yang menjadi dewasa menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak. Perlakuan ekstrak batang *M. philippica* L. terhadap perkembangan larva menjadi pupa pada konsentrasi 240 ppm dan 320 ppm memberikan hasil yang tidak berbeda nyata dengan kontrol, sedangkan pada konsentrasi 420 ppm, 560 ppm dan 750 ppm menunjukkan hasil yang berbeda nyata dengan kontrol. Perlakuan ekstrak batang *M. philippica* L. terhadap perkembangan larva menjadi dewasa pada konsentrasi 240 ppm sudah memberikan hasil yang berbeda nyata dengan kontrol. Penggunaan larvasida secara praktis untuk membasmi larva nyamuk *Ae. aegypti* L. haruslah mencapai daya hambat 100%, artinya semua larva nyamuk tidak dapat berkembang menjadi dewasa. Pada Tabel.4 nampak bahwa nilai rata-rata persentase larva yang berkembang menjadi dewasa dari masing-masing konsentrasi bila dibandingkan dengan kontrol (100%) berturut-turut memiliki daya hambat sebesar 13,33%, 13,33%, 20%, 23,33%, dan 30%.

2.4. Daya hambat ekstrak metanol batang *S. crispus* Bl.

Daya hambat ekstrak metanol batang *S. crispus* Bl. terhadap perkembangan larva nyamuk *Ae. aegypti* L yang berhasil berkembang menjadi pupa hingga dewasa dapat dilihat pada hasil analisis varian, terdapat perbedaan yang nyata antar konsentrasi dalam mempengaruhi perkembangan larva menjadi pupa dan larva menjadi dewasa, sehingga dilakukan uji lanjutan jarak berganda duncan (Tabel.5).

Tabel 5. Pengaruh ekstrak metanol batang *S. crispus* Bl. dan taraf konsentrasi terhadap rata-rata persentase larva *Ae. aegypti* L. yang menjadi pupa dan larva *Ae. aegypti* L. yang menjadi dewasa.

Konsentrasi (ppm)	Perkembangan larva-pupa (%)	Perkembangan larva-dewasa (%)
0	100 a	100 a
320	96,67 ab	90 ab
420	93,33 ab	83,33 abc
560	86,67 ab	73,33 bc
750	80 b	66,67 cd
1.000	56,67 c	53,33 d

Keterangan : Huruf kecil yang sama ke arah kolom menunjukkan tidak beda nyata

Berdasarkan Tabel.5. dapat terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi, maka perkembangan larva menjadi pupa semakin terhambat. Perlakuan ekstrak batang *S. crispus* Bl. terhadap perkembangan larva menjadi pupa pada konsentrasi 320 ppm, 420 ppm dan 560 ppm memberikan hasil yang tidak berbeda nyata dengan kontrol., tetapi pada konsentrasi 750 ppm dan 1.000 ppm menunjukkan hasil yang berbeda nyata dengan kontrol. Pada perlakuan ekstrak batang *S. crispus* Bl. terhadap perkembangan larva menjadi dewasa pada konsentrasi 560 ppm, 750 ppm dan 1.000 ppm memberikan hasil yang berbeda nyata dengan kontrol. Penggunaan larvasida secara praktis untuk membasmi larva nyamuk *Ae. aegypti* L. harus mencapai daya hambat 100%, artinya semua larva nyamuk tidak dapat berkembang menjadi dewasa. Tabel.5 nampak bahwa nilai rata-rata persentase larva yang berkembang menjadi dewasa dari tiap konsentrasi bila dibandingkan dengan kontrol (100%) memiliki daya hambat masing-masing sebesar 10%, 16,67%, 26,67%, 33,33%, dan 46,67%.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Ekstrak metanol masing-masing batang tumbuhan uji yang memiliki nilai toksisitas yang paling tinggi adalah *B. muricata* Bl. dengan waktu pendedahan 24 jam adalah sebesar 1.617,4ppm dan waktu pendedahan 48 jam adalah 1.456,7ppm.

Ekstrak metanol batang *B. Muricata* Bl. menunjukkan persentase daya hambat kurang dari 40%; *M. affine* D.Don. menunjukkan persentase daya hambat kurang dari 43,33%; *M. philippica* L. menunjukkan persentase daya hambat kurang dari 30%; sedangkan *S. crispus* Bl. menunjukkan persentase daya hambat kurang dari 46,67%.

Pembahasan

Hasil uji LC₅₀ dari ekstrak metanol batang *B. muricata* Bl., *M. affine* D. Don., *M. philippica* L. dan *S. crispus* Bl. terhadap larva nyamuk *Ae. aegypti* L. memberikan gambaran bahwa masing-masing ekstrak memiliki toksisitas terhadap larva nyamuk *Ae. aegypti* L. Hal ini dimungkinkan karena berhubungan dengan kandungan senyawa aktif insektisida yang terdapat didalam masing-masing ekstrak batang. Senyawa-senyawa dari masing-masing ekstrak batang tumbuhan uji dapat masuk ke dalam larva *Ae. aegypti* L. dimungkinkan secara kontak langsung, yaitu senyawa masuk dan terserap melalui permukaan tubuh larva [12]. Adapun senyawa-senyawa yang terkandung pada masing-masing batang, yaitu pada ekstrak batang *B. muricata* Bl. memiliki kandungan metabolit sekunder yang berasal dari golongan alkaloid (begonin) [13]. *S. crispus* Bl. mengandung saponin, flavonoid, alkaloid, sterol, glikosida, tanin dan golongan terpen. *M. affine* D.Don. memiliki kandungan senyawa saponin, flavonoid dan tanin. *M. philippica* L. mengandung senyawa saponin dan flavonoid [13][14]. Senyawa-senyawa yang terdapat pada masing-masing ekstrak batang yang berpotensi membunuh larva secara langsung yaitu saponin, alkaloid dan golongan terpen. Saponin adalah senyawa metabolit sekunder yang paling umum didapatkan pada hampir seluruh jenis tanaman dan merupakan senyawa yang bersifat insektisidal [8]. Golongan terpen mempunyai efek racun dan efek penolakan terhadap serangga [10]. Alkaloid juga merupakan senyawa metabolit sekunder yang bersifat toksik untuk hewan ataupun serangga [8]. Berdasarkan hasil pengamatan, larva yang telah diberikan perlakuan menunjukkan gejala-gejala seperti gerakan larva yang naik turun secara tidak beraturan (gejala eksitasi). Setelah selang beberapa waktu sampai selesainya waktu percobaan terlihat adanya gerakan konvulsi yang akhirnya larva tidak bergerak atau mati. Kematian larva uji ditandai dengan tidak Bergeraknya larva uji, tubuhnya menghitam atau memutih, membujur kaku atau bengkok, dan bahkan ada beberapa bagian kepala maupun badannya hancur. Gejala-gejala seperti eksitasi dan konvulsi,

tidak ditemukan pada kelompok kontrol dimana larva bergerak teratur naik untuk beristirahat pada permukaan dan kemudian turun.

Pada penelitian ini, dilakukan uji toksisitas dan uji daya hambat. Dalam uji toksisitas digunakan konsentrasi yang dapat membunuh larva nyamuk *Ae. aegypti* L., cara ini sangat efektif akan tetapi dapat menyebabkan larva menjadi resisten. Sedangkan uji daya hambat lebih bersifat mengendalikan populasi larva nyamuk *Ae. aegypti* L., oleh karena itu digunakan konsentrasi yang lebih rendah daripada uji toksisitas.

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan, perkembangan larva menjadi pupa hingga dewasa yang telah diberi perlakuan oleh masing-masing ekstrak batang tumbuhan uji tidak berbeda jauh dengan perkembangan larva menjadi pupa hingga dewasa pada kontrol. Hanya sebagian kecil dari larva yang terhambat perkembangannya menjadi pupa hingga dewasa. Hal ini dapat dilihat dari hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan masing-masing ekstrak batang tumbuhan uji memiliki daya hambat kurang dari 50%. Konsentrasi yang digunakan pada penelitian ini lebih baik dinaikkan agar mendapatkan daya hambat 100%. Perkembangan larva menjadi nyamuk dewasa terjadi melalui proses metamorfosis, yang dikendalikan oleh hormon ecdison dan hormon juvenil. Hormon ecdison mengakibatkan pergantian kulit dari larva ke pupa. Hormon juvenil berfungsi mempertahankan fase larva pada metamorfosis.

Senyawa aktif yang terdapat dalam masing-masing ekstrak batang tumbuhan uji mengalami kontak langsung dengan permukaan tubuh larva, diduga senyawa aktif tersebut bersifat tidak langsung membunuh tetapi mempengaruhi korpora alata untuk mensekresi hormon juvenil lebih banyak pada larva, sehingga menekan hormon ecdison untuk tidak melakukan proses pergantian kulit menjadi tahap larva berikutnya, maka akan menghambat proses metamorfosis.

Senyawa-senyawa aktif yang terkandung dalam masing-masing ekstrak batang yang mungkin menghambat perkembangan larva nyamuk *Ae. aegypti* L. yaitu alkaloid, terpen, tanin, dan flavonoid. Alkaloid berfungsi sebagai antifidan, mencegah serangan dari hewan atau serangga pengganggu serta melindungi tanaman dari serangga perusak dengan cara membunuh predator tersebut [8]. Beberapa peneliti menyatakan bahwa fungsi senyawa terpen dalam tumbuhan yaitu dapat digunakan sebagai antifidan dan dapat bekerja sebagai insektisida atau bersifat toksik terhadap hewan lainnya [15]. Tanin merupakan senyawa yang memiliki kandungan metabolit sekunder yang berfungsi sebagai repellent serangga serta dapat menyebabkan efek antifidan pada serangga tersebut [8].

Ekstrak-ekstrak yang digunakan telah diteliti mengandung senyawa-senyawa metabolit sekunder. Pada ekstrak batang *B. muricata* Bl. memiliki kandungan metabolit sekunder yang berasal dari golongan alkaloid (begonin) [13]. *S. crispus* Bl. mengandung saponin, flavonoid, alkaloid, sterol, glikosida, tanin dan golongan terpen. *M. affine* D.Don. memiliki kandungan senyawa saponin, flavonoid dan tanin. *M. philippica* L. mengandung senyawa saponin, flavonoida dan tanin [13][14].

Daftar Pustaka

- [1] Soegijanto, S. 2003. Demam Berdarah Dengue, Tinjauan dan Temuan Baru di Era 2003.
- [2] Fathi, S.K., Chatarine U.W. 2005. Peranan Faktor Lingkungan dan Perilaku Terhadap Penularan Demam Berdarah Dengue di Kota Mataram. Universitas Airlangga.
- [3] Boesri, H., Boewono D.T. 2008. Perbandingan kematian nyamuk *Aedes aegypti* dan *Culex quinquefasciatus* pada pengasapan (Thermal Fogging) dan pengabutan (ULV) dengan insektisida Gokilaht-S-50 EC (d-d-trans-cyphenothrin 50 g/l). *Media Litban Kesehatan* XVIII (4):226-234.
- [4] Munif, A. 2007. Pengaruh *B. thuringiensis* H-14 Formula tepung pada berbagai instar larva *Aedes aegypti* di laboratorium. *Cermin Dunia Kedokteran* 119(8): 14-17.
- [5] Gafur A., Cruz M., Muthu C., Vincent S. 2006. *Larvicidal and Knockdown Effect of Some Essential Oils Against Culex quinquefasciatus, Aedes aegypti (L) and Anopheles stephensi (Liston)*. *Advances in Bioscience and Biotechnology*. Vol(3) : 885-862.
- [6] Direktorat Bina Perlindungan Tanaman Perkebunan [DBPTP] dan Direktorat Jenderal Perkebunan [Ditjenbun]. 1994. Upaya Pemanfaatan Pestisida Nabati dalam Rangka Penerapan Sistem Pengendalian Hama Terpadu.
- [7] Hamid, A., Y. Nuryani. 1992. Kumpulan Abstrak Seminar dan Lokakarya Nasional Etnobotani, Bogor. P.I. Dalam S. Riyadi, A. Kuncoro, dan A.D.P. Utami. Tumbuhan Beracun. Malang: Balittas.

- [8] Vickery, M. L. & Brian. 1981. *Secondary Plant Metabolism*. University Park Press, London.
- [9] Sjostrom, E. 1993. *Kimia Kayu Dasar-dasar dan Penggunaan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- [10] Robinson, T. 1991. *Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi*. Penerbit ITB. Bandung.
- [11] De Padua, L.S., Bunyapraphatsara, N., & Lemmens, R. H. M., 1999, *Medicinal and Poisonous Plants I*, Bogor: Prosea.
- [12] Kardinan, A. 1999. *Perstisida Nabati Ramuan & Aplikasinya*. PT. Penebar Swadaya. Jakarta.
- [13] Wijayakusuma, M. H. 2000. *Ensiklopedia Milenium Tumbuhan Berkhasiat Obat Indonesia*. Prestasi Insan Indonesia. Jakarta.
- [14] Dalimartha, S. 2002. *Atlas Tumbuhan Obat Indonesia*. Jilid 1 & 2. Trubus Agriwidya, Jakarta.
- [15] Schmutterer, H. 1990. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. *Annual Revision Entomology* (35): 1271-1297.

FT-27

Talas(*Colocasia esculenta*) Terhadap Penyembuhan Luka Biopsi Pada Kulit Mencit (*Mus musculus*)

Fatmawati^{1,a)}, Astuti Kusumorini¹, Ucu Julita¹

¹Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati

^{a)}fatmawatiajach@yahoo.com

Abstrak. Talas (*Colocasia esculenta*), merupakan tanaman umbi-umbian sumber karbohidrat yang banyak digemari masyarakat. Daun *Colocasia esculenta* mengandung senyawa fenol, tannin, saponin, steroid, quinon, selulosa, terpenoid, glikosida dan alkaloid. Dimasyarakat talas dapat digunakan sebagai obat untuk menyembuhkan luka ringan, luka bakar dan pendarahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas ekstrak daun talas terhadap penurunan diameter luka biopsi pada mencit secara *in vivo*. Ekstraksi dilakukan dengan menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol yang dipekatkan menggunakan *vaccum rotary evaporator*. Dari 500 gram serbuk daun talas, diperoleh 27,9 gram ekstrak kental dengan rendemen 5,58%. Ekstrak kental dengan berbagai variasi dosis 15 %, 25 %, dan 35 % diberikan secara topikal pada mencit jantan yang telah mengalami luka biopsi. Sebagai kontrol negatif digunakan akuades, sedangkan kontrol positif digunakan Vitamin E. Penelitian ini termasuk jenis penelitian eksperimental murni menggunakan percobaan rancangan acak lengkap dengan analisis data pola dua arah (*Two way anova*). Data yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk mencari rata-rata penurunan diameter luka selama 21 hari pengamatan. Distribusi data dianalisis dengan uji Kolmogorov-Smirnov, homogenitas data dianalisis dengan uji Levene, dilanjutkan ANOVA satu arah dan uji Duncan dengan taraf kepercayaan 95%. Hasil penelitian makroskopik menunjukkan bahwa antara pemberian EDT pada dosis 15%, 25% dan 35% dengan kelompok Vitamin E (kontrol positif) selama 21 hari pengamatan menunjukan nilai yang tidak signifikan tetapi menunjukan nilai yang signifikan terhadap akuades (kontrol negatif). Pengamatan makroskopis EDT 35% pada hari ke-7 keropeng sudah hampir lepas, sedangkan untuk kelompok KP,KN, EDT 15 dan EDT 25% baru terdapat keropeng pada hari ke-7.

Kata Kunci : *Colocasia esculenta*, diameter luka, luka biopsi.

Abstract. Taro (*Colocasia esculenta*), is a plant tubers source of carbohydrates that much-loved community. Leaves *Colocasia esculenta* contains phenolic compounds, tannins, saponins, steroids, quinone, cellulose, terpenoids, glycosides and alkaloids. Community taro can be used as a medicine to cure minor wounds, burns and bleeding. This study aimed to determine the effectiveness of the taro leaf extract diameter reduction biopsy wounds in mice *in vivo*. Extraction is done by using the method of maceration using ethanol concentrated using a vacuum rotary evaporator. 500 grams of taro leaf powder, obtained 27.9 grams of viscous extract with a yield of 5.58%. Extract thick with various dose of 15%, 25%, and 35% administered topically in male mice that have undergone a biopsy wound. As a negative control used distilled water, while the positive control used vitamin E. This research includes studies using pure experimental trial completely randomized design with two-way analysis of data patterns (*Two way ANOVA*). The data were then used to find the average reduction in wound diameter during the 21 days of observation. Distribution data is analyzed by Kolmogorov-Smirnov test, homogeneity test data is analyzed by Levene, followed by one-way ANOVA and Duncan test with 95% confidence level. Macroscopic research results show that the

administration of EDT at a dose of 15%, 25% and 35% with Vitamin E group (positive control) for 21 days of observation showed no significant value but shows significant value to distilled water (negative control). Macroscopic observation EDT 35% on the 7th day was almost scab off, while for group KP, KN, EDT EDT 25% 15 and there are only a scab on the 7th day.

Keywords: *Colocasia esculenta*, the diameter of the wound, the wound biopsy.

Pendahuluan

Salah satu survei yang dilakukan oleh WHO (*World Health Organization*) bahwa lebih dari 80% dari populasi dunia masih bergantung pada obat tradisional untuk berbagai jenis penyakit. Di Negara-negara maju kurang lebih 25% obat-obatan medis didasarkan pada tanaman dan turunannya [1].

Penggunaan obat tradisional di Indonesia merupakan bagian dari budaya bangsa dan banyak dimanfaatkan masyarakat sejak berabad-abad yang lalu, namun demikian pada umumnya efektivitas dan keamanannya belum sepenuhnya didukung oleh penelitian yang memadai. Mengingat hal tersebut dan menyadari bahwa Indonesia sebagai mega-center tanaman obat di dunia, maka perlu disusun suatu kebijakan obat tradisional nasional yang dapat menjadi acuan semua pihak yang terkait didalamnya [2].

Pemberian obat luka biasa dilakukan secara empiris, yaitu dengan memanfaatkan sumberdaya alam seperti tumbuh-tumbuhan. Tumbuhan yang dapat digunakan sebagai obat luka salah satu diantaranya adalah talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott). Talas digunakan oleh masyarakat untuk menyembuhkan luka ringan, luka bakar hingga pendarahan [3]. Beberapa hasil penelitian melaporkan talas mengandung senyawa aktif berupa fenolik, tanin, flavonoid, saponin hingga selulosa yang berperan sebagai antioksidan, antiseptik, antibakteri dan antiinflamasi [4][5][6][7][8].

Talas (*C. esculenta* (L.) Schott), merupakan tanaman umbi-umbian sumber karbohidrat yang banyak digemari masyarakat. Talas bogor, talas semir dan bentuk kandungan protein kasar berat kering daun adalah 4,24-6,99% sedangkan umbinya sekitar 0,54-3,55%. Di beberapa negara dikenal dengan nama lain, seperti: *Abalong* (Philipina), *Taioba* (Brazil), *Arvi* (India), *Keladi* (Malaya), *Satoimo* (Japan), *Tayoba* (Spanyol) dan *Yu-tao* (China) [9].

Kandungan Kimia

Daun *C. esculenta* (L.) Schott mengandung senyawa fenol, tannin, saponin, steroid, quinon, selulosa, terpenoid, glikosida dan alkaloid [10], kandungan tersebut sesuai dengan penelitian Khairany dkk. [11] mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, tannin, steroid dan saponin. Tangkai *C. esculenta* (L.) Schott mengandung metabolit sekunder berupa alkaloid, flavonoid, tannin, saponin, steroid dan terpenoid [12]. Tujuan dari penelitian ini Untuk mengetahui efektifitas dari ekstrak daun talas (*C. esculenta* (L.) Schott) dapat mengurangi diameter luka dan mempersingkat penyembuhan luka pada mencit (*Mus musculus*) jantan.

Metodologi Penelitian

Alat

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini yaitu batang pengaduk, cawan penguap, erlenmeyer, gelas ukur, kandang, penangas air, pencukur bulu, penggaris, rotary evaporator, timbangan analitik, mikroskop, pinset, pipet tetes, pisau, kamera, pinset, soklet, dan cawan petri.

Bahan

Bahan yang digunakan adalah vaselin album, chloroform, daun talas, Nature E, aluminium foil, kertas saring, label, mencit, etanol 96%, kapas, sarung tangan, masker, dan aquades.

Hewan percobaan yang digunakan adalah mencit (*Mus musculus*) berumur 2-3 bulan dengan berat 20-30 g berjumlah 60 ekor dan sehat. Mencit diperoleh dari Jurusan Biologi Institut Teknologi Bandung.

Metode

Metode penelitian ini yang digunakan adalah metode eksperimental di labolatorium dengan tahapan sebagai berikut :

1. Ekstraksi menggunakan pelarut etanol dengan metode maserasi.
2. Pemeriksaan parameter ekstrak, meliputi rendemen ekstrak.

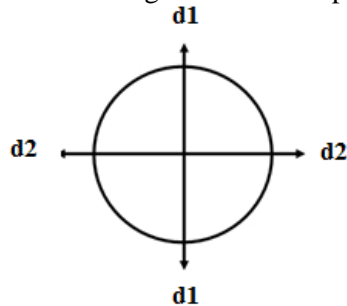
3. Pengamatan patologi anatomi (PA)

- Pengamatan perubahan luka

Parameter yang diamati adalah adanya pembekuan darah, terbentuknya keropeng dan penutupan luka.

- Perhitungan diameter luka biopsi

Pengamatan secara patologi anatomi dilakukan pada hari ke- 1, 3, 7, 14 dan 21.



Keterangan :
d1: diameter ke-1
d2 : diameter ke-2
dr: luka hari ke-0
r: rata-rata ukuran luka

Dimana :

- Luas luka awal : $B = \frac{22}{7} \times \frac{0.4}{2} \times \frac{0.4}{2}$
- Rata-rata diameter luka : $d = \frac{d_1 + d_2}{2}$
- Jari-Jari luka : $r = \frac{d}{2}$
- Luas luka : $Lr = \frac{22}{7} \times r \times r$
- Waktu penyembuhan luka : $A = \frac{22}{7} \times \frac{d}{2} \times \frac{d}{2}$
- Luas Penyembuhan luka : $C = B - A$

Hasil

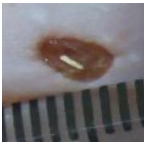
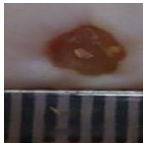

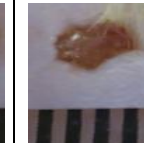
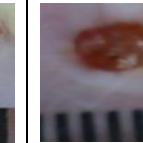
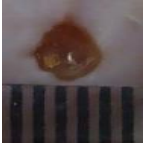








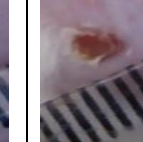



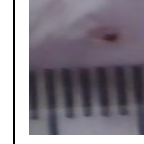
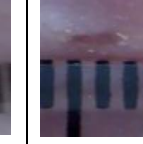
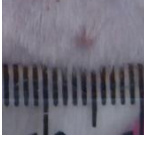




Ekstrak Daun Talas *C. esculenta* (L.) Schott



Gambar1 Ekstrak etanol Daun Talas

Keterangan : (a) Ekstrak Daun Talas 15%
(b) Ekstrak Daun Talas 25%
(c) Ekstrak Daun Talas 35%

Tabel 1 Pengamatan Makroskopik Penyembuhan Luka Selama 21 Hari Pengamatan

Hari ke-	KN	KP	EDT 15%	EDT 25%	EDT 35%
1					
3					
7					
14					
21					

Keterangan : KN : Kontrol Negatif (akuades) ; KP : Kontrol Positif (Vitamin E)

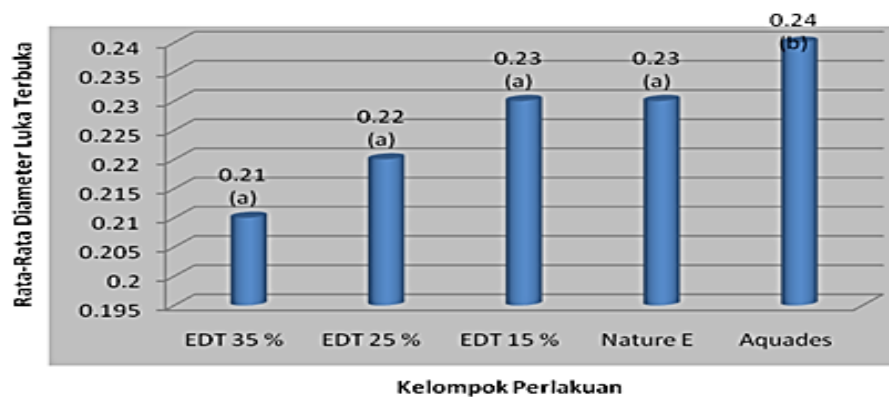
Tabel 2 Rata-Rata Diameter Luka Selama 21 Hari Pengamatan

Hari	KN ($\bar{X} \pm SD$)	KP ($\bar{X} \pm SD$)	EDT 15 % ($\bar{X} \pm SD$)	EDT 25 % ($\bar{X} \pm SD$)	EDT 35 % ($\bar{X} \pm SD$)
1	0.39 ± 0.003	0.39 ± 0.004	0.39 ± 0.003	0.39 ± 0.004	0.39 ± 0.005
3	0.26 ± 0.02	0.24 ± 0.005	0.24 ± 0.003	0.25 ± 0.003	0.25 ± 0.006
7	0.23 ± 0.03	0.21 ± 0.04	0.22 ± 0.01	0.22 ± 0.006	0.22 ± 0.01
14	0.22 ± 0.02	0.18 ± 0.05	0.17 ± 0.04	0.16 ± 0.05	0.13 ± 0.01
21	0.10 ± 0.005	0.10 ± 0.002	0.11 ± 0.006	0.1 ± 0	0.10 ± 0.002

Keterangan : EDT: Ekstrak Daun Talas X : Mean (Rata-rata)

KN : Kontrol Negatif (Akuades) SD : STandar deviasi (SD/\sqrt{n})

KP : Kontrol Positif (Vitamin E)



Gambar 2 Rata-Rata Diameter Luka Terbuka Pada Kelima Perlakuan

Keterangan : EDT : Ekstrak Daun Talas

*) Huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata ($\alpha \geq 0,05$).

Pembahasan

Daun *C. esculenta* mengandung senyawa fenol, tannin, saponin, steroid, quinon, selulosa, terpenoid, glikosida dan alkaloid [10], kandungan tersebut sesuai dengan penelitian Khairanydkk.[11] mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, tannin, steroid dan saponin. Filtrat yang diperoleh dari hasil maserasi diuapkan menggunakan *vacum rotary evaporator* dengan tujuan untuk menghilangkan pelarut sehingga didapatkan ekstrak kental. Dari 500 gram serbuk daun talas, diperoleh 27,9 gram ekstrak kental. Rendemen yang diperoleh adalah 5,58%. Pada penelitian ini pelarut yang digunakan adalah etanol. Penggunaan etanol sebagai pelarut karena mempunyai sifat selektif, dapat bercampur dengan air dengan segala perbandingan dan mampu mengekstrak sebagian besar senyawa kimia yang terkandung dalam simplisia seperti alkaloid, minyak atsiri, glikosida, kurkumin, kumarin, antraknon, flavonoid, steroid, damar dan klorofil. Sedangkan lemak, malam, tanin dan saponin hanya sedikit larut [13].

Tahapan Penyembuhan Luka

Uji aktivitas penyembuhan luka pada penelitian ini didasarkan pada pengaruh ekstrak daun talas terhadap diameter luka dan waktu penyembuhan luka. Sesuai yang sudah dibahas sebelumnya bahwa penyembuhan luka merupakan suatu proses yang kompleks karena berbagai kegiatan bio-seluler, bio-kimia terjadi berkesinambungan. Besarnya perbedaan mengenai penelitian dasar mekanisme penyembuhan luka dan aplikasi klinik saat ini telah dapat diperkecil dengan pemahaman dan penelitian yang berhubungan dengan proses penyembuhan luka dan pemakaian bahan pengobatan yang telah berhasil memberikan kesembuhan [14].

Pengamatan penyembuhan luka dilakukan dari hari ke-1 hingga hari ke-21 untuk melihat perkembangan luka selama penelitian. Sedangkan pengukuran diameter luka dilakukan selama setiap hari ke-1, 3, 7, 14 dan 21. Berikut merupakan pengamatan secara makroskopik dari setiap obat tradisional yang memberikan pengaruh penyembuhan luka yang paling maksimal.

Gambar 3.1 hasil pengamatan pada hari ke 1-3 luka pada semua perlakuan masih terlihat kemerahan, namun untuk kelompok EDT 35% pada hari ke-3 luka sudah kering, berbeda dengan kelompok kontrol negatif masih dalam kondisi belum terlalu kering, hal ini karena akuades tidak memiliki senyawa apapun selain H₂O yang berpengaruh kepada luka sehingga pada hari ke-3 kelompok KN belum terlihat perbedaan yang nyata. Kemerahan (eritema) merupakan tahap pertama yang terlihat di daerah yang mengalami peradangan terjadi pada hari ke-1 sampai ke-3. Pada saat reaksi peradangan timbul, terjadi pelebaran arteriola yang mensuplai darah ke daerah peradangan. Sehingga lebih banyak darah mengalir ke mikrosirkulasi lokal, dan kapiler merenggang dengan cepat terisi penuh dengan darah. Keadaan ini disebut juga hiperemia atau kongesti, penyebab warna merah lokal karena peradangan akut.

Menurut Argamula [15], warna merah pada luka mencit merupakan hasil dari suatu peradangan terhadap luka. Reaksi ini berupa vasokonstriksi dari pembuluh darah yang segera diikuti oleh vasodilatasi. Adanya gumpalan darah merupakan reaksi platelet yang teraktivasi dan protein fibrinogen yang banyak dikeluarkan oleh pembuluh darah. Platelet akan teraktivasi untuk membentuk benang-benang fibrin yang akan menghentikan hemoraghi dan akan terlihat berupa gumpalan darah. Pembengkakan terjadi pada hari ke-1 sampai ke-4, dimana luka terbuka masih mengalami eritema. Menurut Luviana [16], pembengkakan disebabkan hiperemi dan sebagian besar ditimbulkan oleh pengiriman cairan dan sel-sel dari sirkulasi darah ke jaringan-jaringan interstitial. Eritema dan pembengkakan (edema) merupakan fase inflamasi.

Berdasarkan pengamatan makroskopik, pada hari ke 7 pada perlakuan EDT 35% kropeng sudah hampir lepas hal ini diperkirakan perlakuan EDT 35% mengalami kropeng sebelum hari ke 7, sedangkan untuk perlakuan KN, KP, EDT 15%, dan EDT 25% sudah terdapat kropeng pada hari ke 7. Kecepatan terbentuknya kropeng dikelompokkan perlakuan menandakan kecepatan dari penyembuhan luka. Kropeng yang terbentuk pada permukaan luka membentuk homeostasis dan mencegah kontaminasi mikroorganisme di bawah kropeng ditandai dengan sel epitel berpindah dari luka ketepi. Seperti yang di paparkan oleh Agustina [17], pembentukan keropeng menunjukkan proses penyembuhan luka memasuki fase proliferasi tahap awal. Pada fase ini luka diisi oleh sel-sel radang, fibroblas, serat-serat kolagen, kapiler-kapiler baru yang

membentuk jaringan kemerahan dengan permukaan tidak rata disebut jaringan granulasi, fase ini terjadi pada hari ke 3-14 [18][19]. Keropeng yang terbentuk diatas permukaan membentuk homeostasis dan mencegah kontaminasi luka oleh mikroorganisme. dibawah keropeng, sel epitel berpindah dari luka ke tepi. Kecepatan terbentuknya keropeng dikelima kelompok perlakuan menandakan kecepatan dari penyembuhan luka [20].

Proses lepasnya keropeng ini bersamaan dengan proses keringnya luka. Hal ini menandakan sudah terjadinya pertumbuhan sel-sel baru pada kulit sehingga membantu mempercepat lepsnya keropeng dan merapatnya tepi luka. Keropeng terlepas karena jaringan dibawahnya sudah kering dan tepi-tepi luka mulai tertarik ketengah. Flavonoid ini memiliki peran dalam membantu proses penyembuhan luka.hal ini terbukti dari beberapa penelitian sebelumnya yang telah menguji keefektifan flavonoid dalam proses penyembuhan luka. Flavanoid juga berfungsi sebagai antioksidan sehingga mampu menghambat zat yang bersifat racun dan manfaat lainnya adalah melindungi struktur sel tubuh. Senyawa-senyawa aktif tersebut yang diduga mampu untuk membantu dalam proses penyembuhan. Pada daun talas memiliki senyawa-senyawa aktif, daiantaranya adalah flavonoid. Hal ini telah dibuktikan oleh Aprianta dkk., (2010), flavonoid pada ekstrak daun talas bagus untuk menghambat pertumbuhan bakteri gram positif. Senyawa Flavonoid bersifat polar sehingga dapat menembus dan merusak lapisan peptidoglikan yang ada pada bakteri gram positif.

Dari pengamatan luka yang diberikan pada punggung mencit setiap harinya menunjukkan perubahan yang sangat berarti, dimana luka tertutupi dahulu pada bagian atasnya oleh darah yang membeku yang membentuk lapisan kerak atau scab. Lapisan kerak atau scab ini untuk mencegah terjadinya oksidasi pada luka sehingga mikroorganisme atau kuman bakteri yang ada disekitar luka tidak dapat berkembang menginfeksi luka dan proses penyembuhan luka akan berjalan baik. Pendapat ini juga diperkuat oleh Masduki [22] yang menyatakan bahwa senyawa tanin bermanfaat sebagai antiseptik dan juga untuk pengobatan luka dengan cara mempresipitasi protein dan karena ada daya antibakterinya.

Saponin merupakan senyawa yang dapat digunakan untuk penyembuhan luka dan menghentikan perdarahan. Saponin memiliki sifat mengendapkan (precipitating) dan mengumpulkan (coagulating) sel darah merah. Efek antibakteri saponin berperan dalam mengoptimalkan pembentukan kolagen kelompok perlakuan, dengan mencegah kerusakan jaringan akibat bakteri dan produknya. Hal ini juga dapat menstimulasi respons inflamasi [23].

Hasil pengamatan pada hari ke 14 sesuai gambar 3.2 menunjukkan bahwa semua perlakuan sudah mengalami lepasnya keropeng dan penutupan luka, pada kelompok KN masih terdapat keropeng, sedangkan untuk kelompok KP, EDT 15%, EDT 25% dan EDT 35 % kropeng sudah lepas sempurna. Pada hari ke-21 semua perlakuan sudah mengalami penutupan luka dan terdapat rambut di area luka. Hasil pengamatan hari ke 14-21 sudah masuk fase maturasi/remodeling.

Rata-Rata Diameter Luka Biopsi Pada Kulit Mencit

Hasil pengukuran diameter dirata-ratakan dan kemudian dihitung luasnya berdasarkan luas lingkaran. Hasil pengukuran luas luka pada hari ke-1 hingga ke-21 dibandingkan dengan luas luka awal (hari ke-0 Berikut tabel 3. 2 merupakan rerata hasil perhitungan penurunan diameter luka selama 21 hari pengamatan.

Berdasarkan data pengamatan (tabel 3.3), dapat dilihat bahwa proses penyembuhan luka mulai terjadi dari hari ke-1 hingga hari ke-21 dengan kecepatan penyembuhan yang berbeda tiap-tiap kelompok. Hal ini ditandai dengan penurunan rata-rata diameter penyembuhan luka selama 21 hari pengamatan. Tabel 3.3 menunjukkan bahwa daya penyembuhan luka yang ditunjukkan oleh Vitamin E (kontrol positif) dan ekstrak daun Talas tidak jauh berbeda, namun dalam hal ini ekstrak daun Talas memiliki daya penyembuhan yang lebih cepat jika dibandingkan dengan Vitamin E selaku kontrol positif.

Dari analisis variasi dua arah (Two way anova) diketahui nilai probabilitasnya 0.025 ($\alpha \leq 0.005$). Berdasarkan kecenderungan yang terlihat pada gambar 3.3 rata-rata diameter luka menunjukkan bahwa rata-rata diameter luka kelompok EDT 35% lebih kecil dibandingkan

dengan perlakuan kontrol (Vitamin E dan akuades). Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan bermakna antara pemberian EDT pada Dosis 15%, 25% dan 35% dengan kelompok Vitamin E (kontrol positif) selama 21 hari pengamatan. Sedangkan hasil analisis statistik pemberian EDT pada Dosis 15%, 25% dan 35% dengan kelompok akuades (kontrol negatif) menunjukkan perbedaan yang bermakna selama 21 hari pengamatan.

Hal ini terlihat dari diameter luka luka kelompok dosis EDT 35% 0.21 cm) paling kecil bila dibandingkan dengan kelompok dosis EDT 15% (0.23 cm) dan dosis EDT 25% (0.22 cm). Namun, karena ekstrak yang digunakan adalah ekstrak kasar yang terdiri dari berbagai macam metabolit sekunder, sehingga tidak diketahui secara pasti senyawa metabolit mana yang berperan dan berinteraksi, sehingga hal ini tentunya harus dibuktikan dengan penelitian yang lebih lanjut.

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh ekstrak daun talas (*C. esculenta* Schott) terhadap penyembuhan luka terbuka pada kulit mencit (*Mus musculus*) diperoleh kesimpulan bahwa pemberian ekstrak etanol daun talas (*C. esculenta* (L.) Schott) pada seluruh kelompok perlakuan EDT 35% terbukti dapat mengurangi diameter luka sebesar 0.21 cm dan mempersingkat penyembuhan luka ditandai dengan lepasnya keropeng paling cepat pada hari ke-7 dibandingkan dengan kelompok lainnya (KN, KP, EDT 15% dan EDT 25%).

Daftar Pustaka

- [1] Gulzar Alam, Manjul Pratap Singh, Anita Singh Kailash. 2011. Wound Healing Potential Of Some Medicinal Plants. Institute of Pharmacy and Management, GIDA, Gorakhpur, Uttar Pradesh, India. Article, Volume 9, Issue 1. h. 136.
- [2] Kemenkes RI. 2007. Kebijakan Obat Tradisional Nasional. Jakarta : Departemen Kesehatan RI. h. 1-4.
- [3] Sangtam TL, NS Jamir, CR Deb, S Jamir. 2012. A Study on the Medicinal Plants Used by the Sangtam Naga Tribe in Kiphire District, Nagaland, India. *International Journal of Ayurvedic and Herbal Medicine*, 2(2). 267-275.
- [4] Alcantara RM, WA Hurtada, EI Dizon. 2013. The Nutritional Value and Phytochemical Components of Taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) Powder and its Selected Processed Foods. *Journal of Nutrition Food Science*, 3(3). h. 1-7.
- [5] Biren NS, BS Nayak, SP Bhatt, SS Jalalpure, AK Seth. 2007. The Anti-Inflamantory of The Leaves of *Colocasia esculenta*. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 15:228-232.
- [6] Eddy N.O. 2009. Inhibitive and adsorption properties of Ethanol Extract of *Colocasia esculenta* Leaves for Corrosion of Mild Steel in H₂SO₄. *International Journal of Physical Science*, 4(4). h. 165-171.
- [7] Goncalves RF, AMS Silva, AM Silva, P Valentao, F Ferreres, A Gil-Izquierdo, JB Silva, D Santos, PB Andrade. 2013. Influence of Taro (*Colocasia esculenta* L. Shott) Growth Conditions On The Phenolic Composition and Biological Properties. Elsevier: Food Chemistry 141. h. 3480-3485.
- [8] Wei LS, W Wee, JYF Siong, DF Syamsumir. 2011. Antimicrobial, Antioxidant, Anticancer Property and Chemical Composition of Different Parts (Corm, Stem and Leave) of *Colocasia esculenta* Extract. *Annales Universitatis Mariae Curie – Sklodowska Lublin – Polonia*. XXIV (23). 9-16.
- [9] Amiruddin. 2013. Perubahan Sifat Fisik Talas (*Colocasia esculenta* L. Schott) Selama Pengeringan Lapis Tipis. Makasar : Universitas Hasanuddin Makasar. h. 1-3.
- [10] Dhanraj B.N., Mahesh S.K., Patil N.K. and Mane S.V. 2013. Phytochemical screening and Antibacterial Activity of Western Region wild leaf (*Colocasia esculenta*). *Internasional Research Journal of Biological Science*, vol 2(10). h. 18-19.
- [11] Khairany N., Idiawati N. dan Wibowo A.M. 2015. Analisis Sifat Fisik dan Kimia Gel Ekstrak Etanol Daun Talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott). JKK, vol 4(2). h. 84.
- [12] Wijaya A.B., Citraningtyas G. dan Wehantouw F. 2014. Potensi Ekstrak Etanol Tangkai Daun Talas (*Colocasia esculenta* [L]) Sebagai Alternatif Obat Luka Pada Kulit Kelinci

- (*Oryctolagus cuniculus*). *PHARMACON Jurnal Ilmiah Farmasi-UNSRAT* Vol. 3 No. 3. h. 211-213.
- [13] Depkes RI. 1986. Formularium Kosmetika Indonesia (Cetakan I). Jakarta: Departemen Kesehatan RI.
 - [14] Mirzal T. 2008. Peroses Penyembuhan Luka. Jakarta: Pers. h. 5-9.
 - [15] Argamula G. 2008. Aktivitas Sediaan Salep Batang Pohon Pisang Ambon (*Musa paradisiaca* var *sapientum*) Dalam Proses Penyembuhan Luka Pada Mencit (*Mus musculus albinus*) (Skripsi). Bogor: Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor.
 - [16] Luviana L. 2009. Pengaruh Pemberian Getah Tanaman Patah Tulang Secara Topikal Terhadap Gambaran Histopatologis dan Ketebalan Lapisan Keratin Kulit (Skripsi). Semarang: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
 - [17] Agustina, Dian Reni. 2011. Pengaruh Pemberian Secara Topikal Kombinasi Rebusan Daun Sirih Merah (*Piper ef. Fragile*, Benth.) dan Rebusan Herba Pegagan (*Centella asiatica* (L) Urban) Terhadap Penyembuhan Luka Tikus Jantan yang Dibuak Diabetes. [Skripsi]. Jakarta : Universitas Indonesia.
 - [18] Kozier, B. 1995. Fundamental of Nursing, Concops, Proccss and Practice. 4th Edition. Addison Wesle. Publishing Company Inc. h. 1359-1367.
 - [19] Taylor, C., Lilis C., LeMone P. 1997. Fundamental of Nursing The Art and Science of Nursing Care 4th Edition. Philadelpia : JB Lippincoff. h. 699-705.
 - [20] Aponno, Jeanly V., Paulina V.Y. Yamlean., Hamidah S. Supriati. 2014. Uji Efektivitas Sediaan Gel Ekstrak Etanol Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* Linn) Terhadap Penyembuhan Luka yang Terinfeksi Bakteri *Staphylococcus aureus* Pada Kelinci (*Oryctolagus cuniculus*). *PHARMACON Jurnal Ilmiah-Farmasi UNSRAT*, 3(3). h. 2302-2493.
 - [21]
 - [22] Masduki I. 1996. Efek Antibakteri Ekstrak Biji Pinang (*Areca catechu*) terhadap *S. aureus* dan *E. coli*. Cermin Dunia Kedokteran h. 109.
 - [23] Middleton, E., Kandaswami, C., Theoharides, C. 2000. The Effects of Plant Flavonoids on Mammalian Cells: Implications for Inflammation, Heart Disease, and Cancer. *Pharm Rev*, 52(4). h. 673-751.

Topik : Fisiologi Tumbuhan

FT-2

Laju Transpirasi Beberapa Jenis Tanaman di Pekarangan Warga Desa Karangwangi Kecamatan Cidaun Kabupaten Cianjur

Mohamad Nurzaman^{1, a)} Yunisah Nidaningrum¹⁾ Asep Zaenal Mutaqien¹⁾ Tia Setiawati¹⁾

¹ Prodi Biologi FMIPA Universitas Padjadjaran

^{a)}E-mail : m.@unpad.ac.id

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui laju transpirasi beberapa jenis tanaman yang terdapat di pekarangan warga Desa Karangwangi Kecamatan Cidaun Kabupaten Cianjur Jawa Barat. Pengukuran faktor lingkungan yang meliputi intensitas cahaya, suhu udara, kelembaban udara, pH tanah dan kelembaban tanah serta kerapatan stomata dilakukan untuk mengetahui keterkaitan dengan laju transpirasi. Hasil penelitian menunjukkan masing-masing laju transpirasi tanaman adalah sebagai berikut : *Ficusbenjamina* 0,00619 gr/jam/cm², *Terminaliacatappa* 0,00599 gr/jam/cm², *Mangiferaindica* 0,00715 gr/jam/cm², *Citrus* sp. 0,00793 gr/jam/cm². Jumlah stomata per unit area tidak menunjukkan adanya hubungan dengan laju transpirasi. Laju transpirasi terlihat sangat terkait dengan faktor eksternal yaitu cahaya. Semakin tinggi intensitas cahaya maka semakin besar laju transpirasinya.

Kata kunci : transpirasi, tanaman pekarangan, intensitas cahaya, karang wangi

Pendahuluan

Pada dasarnya transpirasi merupakan proses penguapan, namun tidak seperti penguapan langsung dari air atau permukaan tanah, transpirasi terkait modifikasi struktur tumbuhan. Transpirasi dapat diartikan sebagai proses hilangnya air dari tubuh tumbuhan dalam bentuk uap air khususnya dari daun dan bagian-bagian tumbuhan lain yang berhubungan dengan udara. Transpirasi mengandung pengertian tentang proses penguapan air dari sel-sel yang hidup pada jaringan tumbuhan [1]. Sel hidup tumbuhan berhubungan langsung dengan atmosfer melalui stomata, lentisel dan kutikula. Kemungkinan kehilangan air dari jaringan tanaman melalui bagian-bagian tanaman yang lain dapat saja terjadi, tetapi porsi kehilangan tersebut sangat kecil dibandingkan dengan yang hilang melalui stomata.

Sebagian besar transpirasi terjadi melalui stomata karena kutikula secara relatif tidak tembus air dan hanya sedikit transpirasi yang terjadi apabila stomata tertutup. Kutikula daun secara relatif tidak tembus air, pada sebagian besar jenis tumbuhan transpirasi kutikula hanya sebesar 10 persen atau kurang dari jumlah air yang hilang melalui daun-daun dan stomata. Sekitar 95% air yang hilang dari tumbuhan lolos melalui stomata, walaupun pori-pori ini hanya menempati 1-2% dari permukaan eksternal daun. Oleh sebab itu, dalam perhitungan besarnya jumlah air yang hilang dari jaringan tanaman umumnya difokuskan pada air hilang melalui stomata [2].

Transpirasi bersifat menguntungkan bagi tanaman, berperan penting dalam proses absorpsi air dan mineral oleh akar dan transportasi zat hara serta mempertahankan kesetabilan suhu daun. Menurut Taiz and Zeiger [3], transpirasi memberikan beberapa manfaat bagi tumbuhan karena pada proses ini nutrisi esensial dibawa melalui penyerapan air dari tanah menuju jaringan tumbuhan, transpirasi juga mengakibatkan pendinginan yang dapat menurunkan suhu daun

sebanyak 10°C dibandingkan dengan suhu udara sekitar. Pendinginan ini mencegah daun mencapai suhu yang dapat mendenaturasi enzim-enzim yang terlibat di dalam fotosintesis dan berbagai proses metabolisme. Meskipun demikian, apabila air yang hilang melalui transpirasi tidak digantikan oleh air yang ditranspor ke atas dari akar, maka dedaunan akan layu, dan tumbuhan akhirnya mati. Tumbuhan mempunyai cara untuk mengatur sedikit banyaknya kehilangan air yang disebabkan transpirasi, dengan membuka dan menutup stomata. Sel-sel penjaga membantu menyeimbangkan kebutuhan tumbuhan untuk menyimpan air dengan kebutuhannya untuk melakukan fotosintesis [4].

Laju transpirasi bergantung pada keseimbangan tiga proses yaitu suplai air pada tanaman, suplai energi untuk penguapan air pada daun, dan air yang mampu dikeluarkan oleh daun. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi transpirasi, yaitu faktor internal dan eksternal.

Faktor internal yang mempengaruhi laju transpirasi yaitu kemampuan akar mengabsorpsi air, ukuran daun, dan struktur daun. Laju transpirasi secara langsung bergantung pada efisiensi penyerapan air oleh akar, serta modifikasi ukuran dan struktur daun seperti luas daun, jumlah stomata, ada tidaknya ruang interseluler pada jaringan mesofil daun, ada tidaknya lapisan kutikula dan lapisan lilin serta modifikasi adanya trikoma pada permukaan daun.

Faktor eksternal yaitu faktor lingkungan seperti cahaya, kelembaban udara, suhu udara, angin, dan ketersediaan air tanah. Cahaya merupakan faktor penting yang mempengaruhi laju transpirasi, cahaya meningkatkan transpirasi karena terjadi peningkatan suhu pada daun, dan terkait dengan membuka dan menutupnya stomata. Selama malam hari, ketika tidak ada cahaya, stomata menghasilkan transpirasi yang minimum. Tinggi rendahnya kelembaban udara mempengaruhi transpirasi. Ketika kelembaban udara rendah, udara menjadi lebih kering dan laju transpirasi meningkat, sebaliknya ketika kelembaban udara tinggi, udara menjadi lebih lembab sehingga menurunkan laju transpirasi. Suhu juga mempengaruhi laju transpirasi, peningkatan suhu mengurangi kelembaban udara, sehingga transpirasi meningkat seiring peningkatan suhu. Selain itu, laju transpirasi meningkat seiring dengan tingginya kecepatan angin dan ketersediaan air tanah.

Pada umumnya proses transpirasi didominasi oleh dua faktor lingkungan yaitu radiasi sinar matahari dan potensial air di atmosfer. Transpirasi dimulai dengan penguapan air dari permukaan sel pada daun. Proses ini membutuhkan energi yang berasal dari sinar matahari. Radiasi sinar matahari meningkatkan suhu daun, yang meningkatkan energi untuk memindahkan molekul air dari bagian mesofil. Potensial air di udara bergantung pada kelembaban relatif dan suhu udara.

Penelitian mengenai laju transpirasi dilakukan di Desa karangwangi Kecamatan Cidaun Kabupaten Cianjur yang merupakan daerah yang kering dan sulit mendapat pasokan air terutama di musim kemarau. Kecamatan Cidaun terletak di wilayah sepanjang pantai selatan Provinsi Jawa Barat yang memiliki bulan musim kemarau yang lebih panjang dibandingkan musim hujan. Penelitian dilakukan untuk mengetahui laju transpirasi beberapa jenis tanaman yang terdapat di pekarangan warga dikaitkan dengan faktor internal tanaman seperti luas daun dan kerapatan stomata serta faktor eksternal kondisi lingkungan sekitar yang meliputi intensitas cahaya, suhu udara, kelembaban udara, pH tanah dan kelembaban tanah.

Bahan dan Metode

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat tulis untuk mencatat data pengamatan di lapangan, millimeter blok untuk mengukur luas permukaan daun, kantong plastik bening untuk menampung air hasil transpirasi, karet gelang untuk mengikat kantong plastik, lakban untuk mempererat pengikat, neraca untuk menimbang, anemometer untuk mengukur kecepatan angin, hygrometer untuk mengukur kelembaban, luxmeter untuk mengukur intensitas cahaya, termometer untuk mengukur suhu, silet untuk menyayat sampel daun, kaca objek dan kaca penutup untuk meletakkan preparat, mikroskop untuk mengamati bentuk stomata.

Penelitian bersifat kuantitatif untuk mengukur laju transpirasi, luas daun, kerapatan stomata. Penentuan sampel tanaman menggunakan metode eksplorasi secara purposive sampling. Pengukuran laju transpirasi dilakukan dengan Menimbang berat awal kantong plastik bening

yang akan digunakan. Tanaman yang akan diukur transpirasinya ditutup kantong plastik antara pukul 05.00-06.00. Kemudian ikat dengan kencang menggunakan karet gelang dan tali raffia. Diamkan selama 24 jam. Setelah 24 jam kantong plastik dibuka dari tanaman, jangan sampai ada tetesan air yang keluar dari kantong plastik. Menimbang kembali kantong plastik yang sudah berisi tetesan air hasil transpirasi tanaman. Perhitungan laju transpirasi adalah sebagai berikut:

$$\text{Laju transpirasi} = \frac{\frac{(\text{berat awal plastik} - \text{berat akhir plastik})}{\text{total waktu (jam)}}}{\text{total luas permukaan daun (cm}^2\text{)}}$$

Metode yang digunakan untuk mengukur luas daun adalah metode gravimetri digunakan untuk mengukur luas daun berdasarkan perbandingan berat (gravimetri). Daun yang akan diukur luasnya digambar pada sehelai kertas yang menghasilkan replika (tiruan) daun. Replika daun kemudian digunting dari kertas yang berat dan luasnya sudah diketahui. Luas daun kemudian ditaksir berdasarkan perbandingan berat replika daun dengan berat total kertas [5]. Cetak semua daun dalam satu individu di kertas millimeter block. Kemudian timbang berat millimeter block dalam 1 cm². Timbang masing-masing cetakan daun yang telah dibuat. Pengukuran luas daun (LD) berdasarkan rumus [7].

$$LD = LK \times BKR/BK$$

LD = Luas daun

LK = Luas total kertas

BKR = Berat kertas replika

BK = Berat total kertas

Tanaman yang telah diamati laju transpirasi diambil sampel daun kemudian dibersihkan untuk menghilangkan kotoran. Disayat, disimpan di atas kaca objek kemudian diamati menggunakan mikroskop. Pengamatan jumlah stomata per bidang pandang menggunakan mikroskop dengan perbesaran yang sama (40x). menghitung seluruh stomata yang tampak pada tiap luas pandang sebanyak 5x ulangan. Kemudian dihitung kerapatan stomata dengan rumus sebagai berikut

$$\text{Kerapatan stomata} = \frac{\text{Jumlah stomata}}{\text{Luas bidang pandang}}$$

$$\text{Luas bidang pandang} = \frac{1}{4} \pi d^2$$

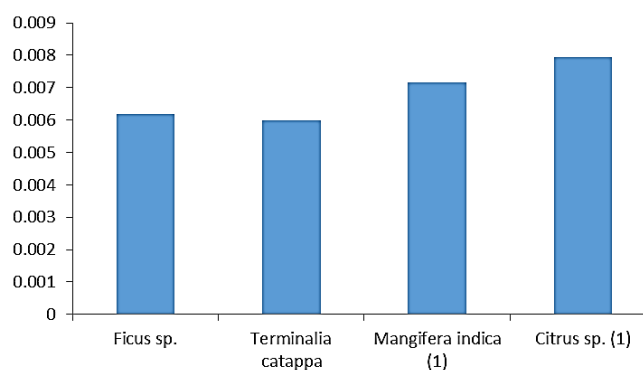
Hasil

Tabel 1. Data lingkungan fisik

No	Lokasi sampel	Intensitas cahaya (lux)	Suhu udara (°C)	Kelembaban udara (%)	pH tanah	Kelembaban tanah (%)
1	Lokasi 1	310 x 100	35	51	6,8	12
2	Lokasi 2	256 x 100	33	57	5,9	38
3	Lokasi 3	256 x 100	33	57	5,9	38
4	Lokasi 4	310 x 100	35	51	6,8	12
5	Lokasi 5	256 x 100	33	57	5,9	38
6	Lokasi 6	1746 x 10	30	61	5,2	50

Tabel 2. Hasil laju transpirasi berbagai spesies

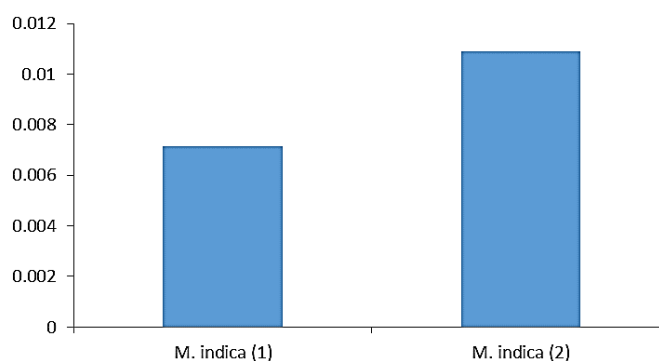
No	Nama Spesies	Berat uap air (g)	Luas permukaan daun (cm ²)	Laju Transpirasi (g/jam/cm ²)
1	<i>Ficusbenjamina</i>	34,19	230	0,00619
2	<i>Terminalia catappa</i>	48,35	336	0,00599
3	<i>Mangifera indica</i> (1)	78,55	458	0,00715
4	<i>Mangifera indica</i> (2)	68,45	260	0,0109
5	<i>Citrus</i> sp. (1)	16,8	88,2	0,00793
6	<i>Citrus</i> sp. (2)	129,35	180	0,0299



Gambar 1. Perbandingan laju transpirasi pada beberapa spesies

Tabel 3. Hasil laju transpirasi dalam satu spesies *Mangifera indica* dengan kondisi lingkungan yang berbeda

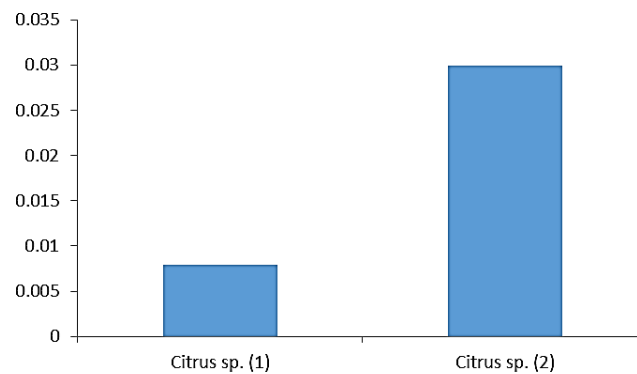
No	Nama Spesies	Intensitas cahaya (lux)	Berat uap air (g)	Luas permukaan daun (cm ²)	Laju transpirasi (g/jam/cm ²)	Kondisi naungan
1	<i>Mangifera indica</i> (1)	256 x 100	78,55	458	0,00715	Ternaungi
2	<i>Mangifera indica</i> (2)	310 x 100	68,45	260	0,0109	Tidak ternaungi



Grafik 2. Perbandingan laju transpirasi pada *Mangifera indica*

Tabel 4. Hasil laju transpirasi dalam satu spesies *Citrus* sp. dengan kondisi lingkungan yang berbeda

No	Nama Spesies	Intensitas cahaya	Berat uap air (g)	Luas permukaan daun (cm ²)	Laju transpirasi (g/jam/cm ²)	Kondisi naungan
1	<i>Citrus</i> sp. (1)	256 x 100	16,8	88,2	0,00793	Ternaungi
2	<i>Citrus</i> sp. (2)	1746 x 10	129,35	180	0,0299	Tidak ternaungi

Grafik 5.2.3 Perbandingan laju transpirasi pada *Citrus* sp.

Pembahasan

Hasil data lingkungan fisik yang diperoleh merupakan hasil data sesaat pada saat pengukuran di lokasi tempat sampel tanaman yang dilakukan pada waktu yang sama dengan hari yang berbeda. Adanya perbedaan data, dikarenakan selain karena perbedaan lokasi juga karena disebabkan pula adanya perbedaan cuaca pada hari yang berbeda.

Tanaman yang dipilih pada penelitian ini adalah *Ficus benjamina*, *Terminalia catappa*, *Mangifera indica*, dan *Citrus* sp. Tanaman tersebut merupakan tanaman yang terdapat di hampir semua pekarangan penduduk. *Ficus* sp. dan *Terminalia catappa* merupakan tanaman penghijauan yang banyak terdapat di sepanjang jalan di Desa Karangwangi. Marga beringin (*Ficus*) direkomendasikan oleh Departemen Kehutanan sebagai tanaman penghijauan untuk tujuan pelestarian air tanah. Selain itu dilakukan pengukuran laju transpirasi pada *M. indica* dan *Citrus* sp. Hampir semua penduduk memiliki tanaman *M. indica* dan *Citrus* sp. karena buah dari kedua tanaman tersebut dapat langsung dimanfaatkan. Keempat jenis tanaman termasuk dalam kelas dikotil.

Berdasarkan hasil penelitian, besarnya laju transpirasi keempat jenis tersebut dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang berbeda. Urutan laju transpirasi dari yang tertinggi ke terendah adalah *Citrus* sp. (1), *Mangifera indica* (1), *Ficus benjamina* dan *Terminalia catappa*. *Citrus* sp. (1) memiliki laju transpirasi yang paling tinggi yaitu sebesar 0,0299 g/jam/cm². Hal ini disebabkan karena *Citrus* sp. berada di lingkungan dengan intensitas cahaya yang paling tinggi yaitu sebesar 1746 x 10. Intensitas cahaya sangat mempengaruhi besarnya laju transpirasi. Laju transpirasi dipengaruhi oleh pembukaan dan penutupan stomata yang merupakan respon stomata terhadap cahaya.

Ficus benjamina dan *T. catappa* berada pada kondisi lingkungan yang sama namun seperti pada grafik 1. *Ficus benjamina* mempunyai laju transpirasi yang lebih tinggi daripada *T. catappa*. Hal ini disebabkan karena *F. benjamina* dalam kondisi tidak ternaungi sedangkan *T. catappa* dalam kondisi ternaungi. Selain itu morfologi dan anatomi daun kedua jenis tersebut menyebabkan terdapat perbedaan laju transpirasi.

Luas permukaan daun *F. benjamina* adalah 230 cm². Morfologi daun *F. benjamina* yaitu tunggal, bersilang berhadapan, lonjong, tepi rata, ujung runcing, pangkal tumpul, panjang 3-6 cm, lebar 2-4 cm, bertangkai pendek, pertulangan menyirip [7]. Tipe stomata anomositik, dengan kerapatan stomata 359/mm², dan stomata hanya terdistribusi pada permukaan daun bagian bawah. Luas permukaan daun *T. catappa* adalah 336 cm². Morfologi daun *T. catappa* yaitu daun berseling, bertangkai pendek, mengumpul pada ujung cabang, biasanya membundar telur sungsgang, kadang-kadang agak menjorong, mengkilap, mempunyai rambut halus [8]. Rambut halus yang menutupi permukaan daun dapat mengurangi transpirasi. Tipe stomata adalah anisositik. Mempunyai kerapatan stomata 388/mm² dan stomata terdistribusi pada permukaan daun bagian bawah.

Adanya perbedaan pengaruh naungan pada tanaman juga akan mempengaruhi laju transpirasi. Hal ini terlihat pada hasil pengukuran yang membandingkan laju transpirasi pada

dua individu *M. indica* yang berbeda serta berada di lingkungan yang berbeda. Pada *Mangifera indica* (1) intensitas cahaya adalah sebesar 256 x 100 dengan luas permukaan daun 458 cm² dan dalam kondisi ternaungi sedangkan *M. indica* (2) yang berada di lingkungan dengan intensitas cahaya sebesar 310 x 100 dengan luas permukaan daun 260 cm² dan tidak ternaungi. Seperti pada grafik 2 terlihat bahwa *M. indica* (2) memiliki laju transpirasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan *Mangifera indica* (1). Hal ini menunjukkan bahwa faktor eksternal yang sangat mempengaruhi laju transpirasi adalah intensitas cahaya. Intensitas cahaya yang tinggi menyebabkan suhu udara yang meningkat. Suhu daun akan meningkat seiring dengan meningkatnya suhu udara. Maka laju transpirasi tanaman tersebut akan meningkat sehingga suhu daun dapat menurun dan metabolisme dapat berjalan dengan normal. *Mangifera indica* mempunyai tipe stomata diasitik yang terdistribusi pada permukaan daun bagian bawah. Kerapatan stomata pada kedua individu *Mangifera indica* berbeda. Hal ini disebabkan kerapatan stomata dipengaruhi oleh faktor lingkungan terutama intensitas cahaya. *Mangifera indica* (1) mempunyai kerapatan stomata 523/mm² dan *M. indica* (2) mempunyai kerapatan stomata 831/mm².

Hal yang sama juga terlihat pada hasil data pada jenis tanaman yang berbeda dengan membandingkan laju transpirasi pada jenis *Citrus* sp. pada kondisi lingkungan yang berbeda. *Citrus* sp. (1) berada di lingkungan dengan intensitas cahaya adalah sebesar 256 x 100 dengan luas permukaan daun 88,2 cm² dan dalam kondisi ternaungi sedangkan *Citrus* sp. (2) yang berada di lingkungan dengan intensitas cahaya sebesar 1746 x 10 dengan luas permukaan daun 180 cm² dan tidak ternaungi. Seperti pada grafik 5.2.3 terlihat bahwa *Citrus* sp. (2) memiliki laju transpirasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan *Citrus* sp. (1). Kerapatan stomata *Citrus* sp. (1) adalah 681/mm² dan *Citrus* sp. (2) adalah 1574/mm².

Pengamatan distribusi stomata pada keempat jenis tersebut hanya ditemui di permukaan daun bagian bawah. Pada umumnya stomata terdapat di permukaan bawah daun, tetapi sering ditemui di kedua permukaan, meskipun lebih banyak terdapat di bagian bawah. Tingkat kerapatan stomata dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu, intensitas cahaya, dan kelembaban. Semakin tinggi intensitas cahaya, kerapatan stomata di kedua permukaan daun juga semakin meningkat. Kerapatan dan jumlah stomata yang banyak merupakan proses adaptasi dari tanaman terhadap kondisi lingkungannya.

Berdasarkan hasil penelitian, tanaman yang memiliki laju transpirasi tinggi memiliki kerapatan stomata yang tinggi pula. Kerapatan stomata pada setiap tumbuhan berbeda, yang dipengaruhi oleh lingkungan terutama intensitas cahaya matahari dan kelembaban. Tanaman yang tumbuh di daerah kering dan banyak mendapatkan penyinaran matahari akan mempunyai kerapatan stomata yang lebih besar dibandingkan dengan tanaman yang tumbuh di daerah basah dan terlindungi (Haryanti, 2010). Dengan demikian diduga bahwa kerapatan stomata dapat pula mempengaruhi laju respirasi, meskipun waktu pembukaan dan penutupan stomata merupakan faktor utama yang memberikan dampak besar dalam proses transpirasi.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Desa dan warga Desa Karangwangi Kecamatan Cidaun Kabupaten Cianjur yang telah banyak membantu baik material maupun immaterial.

Daftar Pustaka

- [1] Wanggai, F. 2009. *Manajemen Hutan*. Grasindo. Jakarta.
- [2] Lakitan, Benyamin. 2007. *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan* Raja Grafindo Persada Jakarta.
- [3] Taiz Lincoln and Eduardo Zeiger. 2002. *Plant Physiology*, 3rd ed. Publisher: Sinauer Associates.
- [4] Campbell, N.A., et.al. 2008. *Biologi Jilid II*. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- [5] Nugroho, W., dan F. Yuliasmara. 2012. Penggunaan metode scanning untuk pengukuran luas daun kakao. WARTA Pusat penelitian kopi dan kakao Indonesia.

- [6] Nurhidayati, Muharto, dan Dini E.. 2007. Pemanfaatan sludge industri sebagai alternatif media tanam jarak pagar (*Jatropha Curcas* L) yang berasosiasi dengan Mikroriza Arbuskula, Jurnal Purifikasi Vol.8 No 1 Juni 2007 :13-18
- [7] Warintek-ristek. 2008. *Ficus benjamina* l. www.warintek-ristek.go.id
- [8] Prosea. 2015. *Terminalia catappa* L. www.proseanet.org Diunduh pada 8 Juni 2015 pukul 09.45.
- [9] Haryanti, S. 2010. Jumlah dan distribusi stomata pada daun beberapa spesies tanaman dikotil dan monokotil. Buletin Anatomi dan Fisiologi Vol. XVIII, No. 2, Oktober 2010

FT-3

Pengaruh Perbedaan Tempat Tumbuh terhadap Kandungan Gula Total, Serat Pangan dan Kadar Air Batang Terubuk (*Saccharum edule* Hassk.)

Emma Sri Kuncari¹

¹*Bidang Botani, Pusat Penelitian Biologi – LIPI
Cibinong Science Center, Jl. Raya Jakarta-Bogor Km 46 Cibinong 16911*

^{a)}*kuncari_emma@yahoo.com*

Abstrak. Terubuk berkerabat dekat dengan tebu (*Saccharum officinarum*), merupakan salah satu sayuran asli dari Indonesia. Penelitian ini akan membahas pengaruh perbedaan tempat tumbuh terhadap kandungan nutrisi batang terubuk sebagai alternatif pakan ternak. Metode yang digunakan untuk analisa gula total adalah *Luff Schoorl*, serat pangan dengan metode fraksinasi enzimatis dan kadar air secara gravimetri. Digunakan batang terubuk dari dua tempat tumbuh yang berbeda yaitu Jampang (Sukabumi) dan Parabakti (Leuwiliang). Hasil analisa menunjukkan bahwa batang terubuk dari Jampang mengandung gula total yang lebih tinggi (1,53%) dibandingkan dari Parabakti (0,23%). Kadar serat pangan tidak menunjukkan banyak perbedaan yaitu dari Jampang 13,76% sedangkan dari Parabakti 14,56%. Batang terubuk yang berasal dari Parabakti lebih banyak mengandung air (87,96%) dibandingkan yang dari Jampang (82,5%). Dapat disimpulkan bahwa lingkungan tumbuh yang berbeda, memberikan hasil pertumbuhan tanaman terubuk yang bervariasi dan berbeda kandungan kimia (nutrisinya). Batang terubuk yang diperoleh dari Jampang terasa lebih manis, sedangkan yang dari Parabakti mengandung lebih banyak air.

Kata Kunci: terubuk, gula total, serat pangan, kadar air

Abstract. Terubuk closely related to sugarcane (*Saccharum officinarum*), is one of the original vegetables from Indonesia. This study will explore the influence of difference place to grow in the nutrient content of terubuk stem as an alternative animal feed. The method used for analysis of total sugar is *Luff Schoorl*, dietary fiber with the enzymatic fractionation method and gravimetric water content. Used terubuk stem from two different places, namely Jampang (Sukabumi) and Parabakti (Leuwiliang). The analysis shows that terubuk stem from Jampang contains higher total sugar (1.53%) than from Parabakti (0.23%). Levels of dietary fiber did not show much difference which terubuk stem from Jampang 13.76% while Parabakti 14.56%. Terubuk stem that comes from Parabakti contains more water (87.96%) than that of Jampang (82.5%). It can be concluded that the different growing environment cause terubuk plant growth are varied and have the different levels of the chemical (nutrients). Terubuk stem derived from Jampang sweeter, while that of Parabakti have higher water content.

Keywords: terubuk, total sugars, dietary fiber, water content

Pendahuluan

Pertumbuhan merupakan proses kenaikan volume yang bersifat *irreversibel* (tidak dapat balik), dan terjadi karena adanya pertambahan jumlah sel dan pembesaran dari tiap-tiap sel. Faktor-faktor lingkungan sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman, yang meliputi faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik terdiri atas organisme hidup di luar lingkungan biotik yaitu manusia, tumbuhan, hewan dan mikroorganisme. Sedangkan faktor abiotik terdiri dari tanah, air, udara, angin, cahaya, dan sebagainya [1].

Terubuk merupakan salah satu species rumput-rumputan dalam genus *Saccharum* (tebu) yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan. Pakan utama bagi ternak ruminansia adalah hijauan yang umumnya berupa rumput-rumputan ataupun leguminosa yang berfungsi sebagai serat kasar untuk pembentukan asam lemak terbang oleh bakteri rumen [2]. Terubuk tergolong salah satu sayuran *indigeous*. Sayuran ini memiliki potensi ekonomi yang sangat besar. Pada umumnya terubuk dikonsumsi sebagai lalapan atau dijadikan sayur seperti sayur lodeh, opor atau kari dan sayur asem [3].

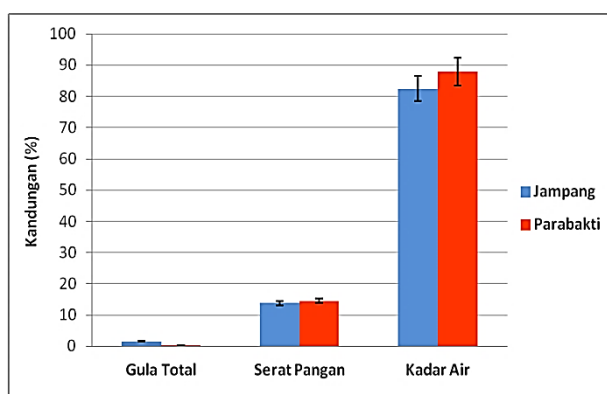
Kegiatan eksplorasi masih sangat diperlukan untuk mengumpulkan segala bahan dan informasi tentang tanaman terubuk, yang berpotensi dilestarikan dan disebarluaskan sebagai sayur dan pakan ternak, sehingga dapat mendukung ketahanan pangan Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh perbedaan tempat tumbuh terhadap kandungan nutrisi batang terubuk yang berpotensi sebagai alternatif pakan ternak. Dengan diketahuinya kandungan gula total, serat pangan dan kadar air batang terubuk dari kedua tempat tumbuh tersebut, yaitu daerah Jampang (Sukabumi) dan Parabakti (Luwiliang), diharapkan dapat dipilih terubuk dari Jampang atau Parabakti yang sesuai kebutuhan dengan hewan ternak.

Bahan dan Metode

Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian eksplorasi. Diambil secara acak sampel bahan tanaman yang berupa batang terubuk dari dua lokasi yang berbeda yaitu Jampang (Sukabumi) dan Parabakti (Luwiliang). Sebanyak 30 batang terubuk diambil dari masing-masing tempat, dibagi 3 bagian sehingga @10 batang untuk analisa gula total, serat pangan dan kadar air. Metode yang digunakan untuk analisa gula total adalah *Luff Schoorl*, serat pangan secara fraksinasi enzimatis dan kadar air secara gravimetri.

Hasil

Analisa gula total, serat pangan dan kadar air batang terubuk dari Jampang dan Parabakti didapatkan hasil sebagaimana gambar 1 berikut:



Gambar 1. Grafik kandungan nutrisi batang terubuk dari Jampang dan Parabakti

Hasil pengamatan parameter pertumbuhan tanaman terubuk, dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Pengamatan pertumbuhan tanaman terubuk

	Jampang	Parabakti
Kecepatan Pertumbuhan	lebih cepat	lebih lambat
Perbungaan	lebih banyak, lebih besar	lebih sedikit, lebih kecil

Pembahasan

Tanaman secara umum akan dapat tumbuh dan berkembang dengan baik pada kondisi lingkungan yang menguntungkan, sesuai kebutuhan, berdasarkan karakter sifat internal dari tanaman. Dengan kata lain keberhasilan suatu tanaman dalam melangsungkan aktivitas hidupnya sangat ditentukan oleh kelangsungan interaksi dari faktor eksternal dan internal. Tetapi perlu diketahui bahwa di sisi lain, kondisi lingkungan di berbagai permukaan bumi sangat bervariasi antara lokasi yang satu dengan lokasi lainnya. Jangankan pada suatu lokasi berbeda, terkadang pada satu lokasi yang sama pun kondisi lingkungan bisa menjadi bervariasi dari waktu ke waktu, karena adanya perubahan-perubahan secara ekologis [4].

Banyak faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman, karenanya kandungan kimia (nutrisi) dari masing-masing tanaman juga berbeda. Hasil analisa pada penelitian ini menunjukkan adanya perbedaan juga. Di sini batang terubuk dari Jampang mengandung gula total yang lebih tinggi (1,53%) dibandingkan dari Parabakti (0,23%). Semakin tinggi kandungan gula pada batang terubuk, diharapkan akan semakin disukai ternak karena lebih terasa manis.

Kadar serat pangan batang terubuk tidak banyak berbeda yaitu dari Jampang 13,76% sedangkan dari Parabakti 14,56%. Serat pangan, dikenal juga sebagai serat diet atau *dietary fiber*, merupakan bagian dari tumbuhan yang dapat dikonsumsi dan tersusun dari karbohidrat yang memiliki sifat resisten terhadap proses pencernaan dan penyerapan di usus halus manusia serta mengalami fermentasi sebagian atau keseluruhan di usus besar [5].

Hermingsih, A. [6] mendefinisikan serat pangan adalah sisa dinding sel tumbuhan yang tidak terhidrolisis (tercerna) oleh enzim pencernaan manusia, meliputi hemiselulosa, selulosa, lignin, oligosakarida, pektin, gum, dan lapisan lilin. Menurut Santoso, A. [7] sayuran dan buah-buahan merupakan sumber serat pangan yang paling mudah dijumpai, baik dikonsumsi mentah atau telah diproses melalui perebusan. Berbagai sumber menyatakan manfaat serat antara lain untuk mengontrol berat badan (kegemukan), menanggulangi diabetes, mencegah gangguan gastrointestinal, mencegah kanker kolon, mengurangi tingkat kolesterol dan penyakit kardiovaskuler. Pengukuran serat pangan dengan metode fraksinasi enzimatis dikembangkan oleh Asp dkk. [8], yaitu penggunaan enzim amilase, yang diikuti oleh penggunaan enzim pepsin pankreatik. Metode ini dapat mengukur kadar serat makanan total, serat makanan larut dan serat makanan tidak larut secara terpisah [9].

Kadar air merupakan perhitungan jumlah air yang terkandung dalam suatu bahan. Pada penelitian kali ini, kadar air batang terubuk yang dari Parabakti lebih tinggi (87,96%) dibandingkan yang dari Jampang (82,5%). Kandungan air yang lebih tinggi memungkinkan batang terubuk akan lebih disukai hewan ternak karena lebih segar dan lebih mudah dicerna. Walaupun jika dilihat dari segi keawetannya, bahan yang mengandung air lebih banyak maka akan lebih cepat rusak (kurang awet). Kandungan air yang tinggi akan meningkatkan kegiatan enzim-enzim yang akan mempercepat terjadinya proses respirasi, sehingga perombakan cadangan makanan semakin besar [10].

Pengamatan parameter pertumbuhan tanaman pada penelitian kali ini hanya sebatas kualitatif dengan mengukur kecepatan pertumbuhan dan perbungaan terubuk asal Jampang dan Parabakti. Tanaman dari Jampang terlihat lebih cepat tumbuh, memiliki bunga yang lebih banyak dan lebih besar ukurannya dibandingkan terubuk dari Parabakti. Mungkin kondisi lingkungan di Jampang lebih sesuai dengan syarat hidup tanaman terubuk.

Faktor lingkungan (eksternal) sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman, disamping faktor internal (dari dalam) tanaman sendiri seperti kondisi bibit. Yang termasuk faktor lingkungan misalnya air, curah hujan, angin, suhu, oksigen, kelembaban udara dan cahaya yang sesuai. Kondisi lingkungan yang cocok akan sangat membantu proses fisiologi misalnya

fotosintesis, respirasi, penyerapan air, transpirasi dan pembelahan sel. Apabila faktor lingkungan kurang sesuai maka proses pengangkutan dan penyebaran asimilat (hasil fotosintesis) dari daun ke bagian-bagian pohon yang lain seperti buah, batang dan umbi juga akan terganggu.

Perbedaan tempat tumbuh terlihat cukup mempengaruhi proses pertumbuhan tanaman terubuk. Suatu tanaman, dalam hal ini terubuk akan menghasilkan keragaman akibat dari perbedaan lingkungan tempat tumbuh. Perbedaan faktor cahaya dapat mempengaruhi berlangsungnya proses fotosintesis, karena fotosintesis merupakan proses yang menjadi kunci dapat berlangsungnya proses metabolisme yang lain di dalam tanaman [11].

Pengamatan kondisi lingkungan di Jampang dan Parabakti juga berbeda. Jampang berada di daerah pantai sehingga relatif banyak tersedia air, tanahnya lebih berpasir dan mengandung kadar garam tinggi dan panas. Sementara Parabakti berada di areal persawahan yang banyak mengandung air, tanahnya termasuk tanah liat.

Pada ekosistem terestrial, tanah merupakan faktor lingkungan abiotik yang amat penting. Tanah merupakan substrat alami bagi tumbuhan, habitat bagi detritivora dan mikroba. Didalamnya mineral dan zat organik terkumpul. Kandungan air tanah, bahan organik dan mineral (anorganik). pH tanah menentukan kelarutan unsur-unsur hara dalam larutan tanah, sehingga pH akan memengaruhi ketersediaan unsur-unsur hara bagi tumbuhan [12]. Air merupakan kebutuhan penting bagi keberlangsungan flora dan fauna. Perbedaan curah hujan tiap-tiap wilayah permukaan bumi menghasilkan karakteristik vegetasi dan juga menyebabkan perbedaan jenis hewan yang mendiaminya. Hal ini disebabkan tumbuh-tumbuhan merupakan produsen yang menyediakan sumber makanan bagi hewan.

Dapat disimpulkan bahwa lingkungan tumbuh yang berbeda, memberikan hasil pertumbuhan tanaman terubuk yang bervariasi dan berbeda kandungan kimia (nutrisinya). Batang terubuk yang diperoleh dari Jampang terasa lebih manis, sedangkan yang dari Parabakti lebih berair.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada para reviewer yang telah memberikan banyak masukan dalam perbaikan naskah. Terima kasih banyak kepada Ibu Sri Budi Sulianti atas segala bimbingan, bantuan dan pengorbanan baik material maupun non-material dalam penelitian dan penyusunan naskah ini.

Daftar Pustaka

- [1] Campbell, N.A., J.B. Reece dan L.G. Nitchel. 2004. *Biologi*: Edisi Kelima Jilid 3. Jakarta: Erlangga.
- [2] Chaniago, R. 2015. Potensi Biomassa Terubuk (*Saccharum edule* Hasskarl.) sebagai Pakan untuk Pertambahan Bobot Badan Sapi. *Jurnal Galung Tropika*, 4 (2) Agustus 2015, hlmn. 68-73.
- [3] Daulay, D., H. Syarief dan L. Hidayat. 1984. *Mempelajari Peningkatan Daya Simpan dan Pemanfaatan Tebu Terubuk (Saccharum edule Hassk)*. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- [4] Djamal, I. dan Zoer'aini. 2007. *Prinsip-Prinsip Ekologi Ekosistem, Lingkungan dan Pelestariannya*. Bumi Aksara. Jakarta.
- [5] Anonim, 2001. *The Definition of Dietary Fibre*. Cereal Foods World 46: pp. 89-148. Disitasi dari [http://www.aaccnet.org/Dietary Fiber/pdfs/dietfiber.pdf](http://www.aaccnet.org/Dietary%20Fiber/pdfs/dietfiber.pdf).
- [6] Herminingsih, A. 2010. *Manfaat Serat dalam Menu Makanan*. Universitas Mercu Buana, Jakarta.
- [7] Santoso, A. 2011. Serat Pangan (*Dietary Fiber*) dan Manfaatnya bagi Kesehatan. *Magistra* No. 75 Th. XXIII Maret 2011 35. Disitasi dari [journal.unwidha.ac.id/index.php/magistra/article/ pada 25 Mei 2016](http://journal.unwidha.ac.id/index.php/magistra/article/pada%2025%20Mei%202016).

- [8] Asp, N.G., L. Prosky, L. Furda, J.W. De Vries, T.F. Schweizer and B.F. Harland. 1984. *Determination of Total Dietary Fiber in Foods and Food Products and Total Diets : Interlaboratory study*. J.A.O.A.C. 67: 1044-1053.
- [9] Joseph, Goldlief. 2002. *Manfaat Serat Makanan bagi Kesehatan Kita*. www.rudycr.com (19 Mei 2010).
- [10] Sutopo, L. 1988. *Teknologi Benih*. CV Rajawali. Jakarta.
- [11] Kramer, P.J. dan T.T. Kozlowski. 1979. *Physiology of Woody Plants*. Academic Press, Inc. New York.
- [12] Wirakusumah, S. 2003. *Dasar-dasar Ekologi bagi populasi dan Komunitas*. UI-Press:Jakarta.

FT-1

Hubungan Massa Jenis Hardwood Terhadap Sifat Fisik dan Kualitas Pulp

Wawan Kartiwa Haroen

Balai Besar Pulp & Kertas, Kemenperin RI

wawankh@yahoo.com

Abstrak. Permintaan dunia untuk pulp hardwood meningkat pesat, akibat terbatasnya kayu di beberapa negara dan adanya keuntungan teknis serat pendek untuk jenis kertas yang beragam atau untuk paper boards. Pengamatan massa jenis kayu untuk mengetahui hubungannya dengan morfologi serat, kimia dan sifat fisik pulp dievaluasi untuk memperoleh sifat pulp yang baik. Evaluasi dan analisis dilakukan terhadap massa jenis kayu hardwood tropis dihubungkan dengan panjang serat, tebal dinding serat, kadar lignin, ekstraktif, kematangan pulp dan kualitas fisik pulp menggunakan sumber data dari FAO. Massa jenis kayu dengan variasi 0,30-0,98 dikelompokkan dan diolah menjadi tujuh kelas, massa jenis sebagai data tetap yang umumnya mempengaruhi pada proses impregnasi serpih waktu pemasakan. Hubungan massa jenis terhadap parameter morfologi serat, kimia dan kualitas pulp diolah menggunakan korelasi regresi. Hasil analisa menunjukkan adanya hubungan yang nyata antara massa jenis hardwood tropis dengan beberapa parameter dapat menyebabkan kualitas pulp menurun. Hasil kajian diperoleh model persamaan yang dapat digunakan sebagai alat bantu untuk memprediksi penggunaan hardwood sebagai bahan baku pulp kraft dan menghasilkan kualitas fisik pulp yang baik. Dibuktikan bahwa massa jenis kayu berhubungan kuat terhadap dinding serat, kadar lignin, rendemen, kematangan pulp dan sifat fisik pulpnya.

Kata kunci: Massa jenis, Morfologi serat, Sifat fisik pulp, regresi

Abstract. World demand for hardwood pulp increased rapidly, due to the limited timber in some countries and their technical advantages of short fibers for diverse types of paper or paper boards. Observation of the density of the wood to determine its relationship with the fiber morphology, chemical and physical properties of pulp were evaluated to obtain good pulp properties. Evaluation and analysis conducted on the density of the tropical hardwood connected by fiber length, fiber wall thickness, lignin, extractives, pulp maturity and physical quality of pulp using data sources from FAO. The density of the wood with a variation of 0.30 to 0.98 are grouped and processed into seven classes, the density of a fixed data that generally affect the impregnation process shale cooking time. The relationship of density to parameters of fiber morphology, chemical and pulp quality processed using regression correlation. The analysis shows that the apparent link between the density of the hardwood tropical with some parameters can lead to decreased quality pulp. The study results obtained by the model equations that can be used as a tool to predict the use of hardwood kraft pulp as raw material and produce physical quality good pulp. Proved that the density of the wood fiber correlates strongly against the wall, lignin content, yield, maturity pulp and pulp physical properties.

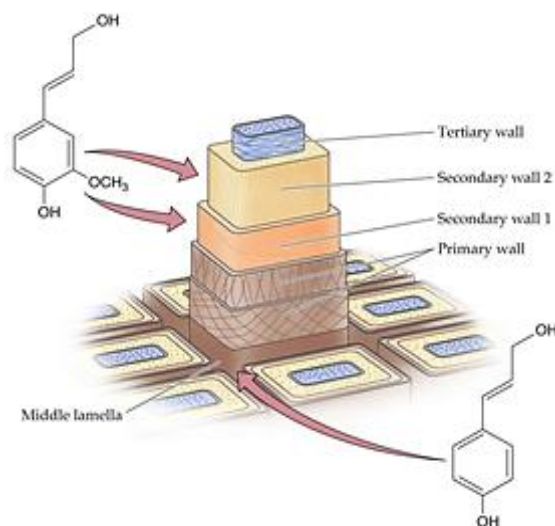
Keywords: Density, Morphology fiber, the physical properties of pulp, regression

Pendahuluan

Pemakaian kayu sebagai bahan baku pulp di Indonesia berlangsung sekitar tahun 1970-an, saat itu sumber daya alam hutan mulai dimanfaatkan optimal untuk penunjang devisa negara. Tahun 1960-an bahan pulp memanfaatkan limbah pertanian dan pekebunan sejalan dengan berdirinya industri kertas di Indonesia. Sejak jaman Belanda pabrik kertas dikaitkan potensi daerahnya, Jawa Barat terkenal pertanian padi yang luas dan menghasilkan limbah jerami dan merang. Dibangunlah pabrik kertas dengan bahan baku jerami dan merang di Padalarang. Jawa timur banyak tumbuh tanaman tebu dan menghasilkan limbah ampas tebu (bagas), dibangun pabrik kertas Leces. Perkembangan teknologi abad ke 20, dibangun pabrik pulp kertas kraft di Aceh, berbahan baku kayu pinus. Abad ke 21 Industri pulp kertas di Indonesia 90% menggunakan bahan baku kayu dari hutan alam atau tanaman. Adanya peraturan pemerintah tentang ijin pemanfaatan kayu hutan tropika diantaranya umur, jenis dan lokasi mengakibatkan kualitas pulp beragam.

Penggunaan kayu untuk pulp diperlukan sekitar 4,5-5,0 m³ kayu solid, berarti pabrik pulp yang dirancang untuk memproduksi 1.000 ton/hari diperlukan kayu gelondongan setara 4.500-5.000 m³/hari atau seluas hutan yang ditebang 20-22 ha/hari catatan riap tumbuh pohon 225 m³/ha [1].

Konsumsi kayu sebagai bahan baku pulp yang tinggi berakibat pemanfaatan kayu berbagai jenis menjadi maksimal. Masalah tersebut mengakibatkan mutu pulp berflutuasi dan kemungkinan kualitasnya menurun. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kualitas pulp diantaranya massa jenis, massa kayu yang baik untuk pulp diutamakan memiliki masa jenis kurang dari 0.8 [2][3]. Massa jenis yang rendah memberikan efek terhadap proses pulping terutama penggunaan bahan kimia. Untuk membuktikan masalah massa jenis kayu yang dikaitkan dengan kualitas produk akhir, dilakukan kajian dan analisa massa jenis kayu terhadap kualitas pulp, serat dan kimia kayu dengan memanfaatkan data sekunder dari FAO yang memiliki variasi massa jenis 0.30-0.98. Analisa menggunakan perhitungan statistik korelasi regresi. Hasil kajian yang diperoleh diharapkan dapat membantu memprediksi kualitas pulp sulfat berbahan baku kayu hardwood tropis dengan massa jenis yang berbeda.



Sumber : Tappi 2005
Gambar 1. Bagian kayu

Massa Jenis Kayu

Massa jenis kayu adalah perbandingan antara kerapatan kayu dengan kerapatan air pada suhu 4°C [3][4][5]. Massa jenis diperlukan juga untuk menghitung biaya transportasi, memprediksi kekuatan, sifat dan daya tahan kayu sebagai konstruksi. Semakin tinggi massa jenis kayu kekuatan kayu lebih baik dan memiliki harga mahal untuk bahan konstruksi. Tepai di

Industri pulp hal tersebut tidak belaku, karena massa jenis kayu untuk pulp harus ringan sampai sedang kisaran 0,35-0,65 [6][7] (P3HH. 1989). Massa jenis pada tanaman dipengaruhi oleh faktor umur tanaman, lokasi tanam dan genetika. Massa jenis akan menyebabkan perbedaan pada dinding sel, ukuran serat, jumlah dan tipe sel pembuluh. Massa jenis kayu hardwood berpengaruh terhadap kualitas serpih dan kebutuhan energi saat penyerpihan. Semakin tinggi massa jenis keseragaman serpih beragam dan energi tinggi [5] (Tappi 2005). Perbedaan masa jenis pada pembuatan pulp memerlukan bahan kimia pemasak lebih tinggi, penetrasi bahan kimia pada serpih lebih lambat.

Tabel 1. Persyaratan Sifat Kayu untuk Bahan Baku Pulp

Sifat Kayu	Kualitas Pulp		
	Baik	Cukup	Kurang
Warna kayu	Putih-kuning	Coklat-hitam	Hitam
Massa jenis	< 0,50	0,50 – 0,60	0,60
Panjang serat (mm)	>1,6	0,9 – 1,6	< 0,90
Holoseulosa (%)	> 65	60 – 65	< 60
Lignin (%)	< 25	25 – 30	30
Ekstraktif (%)	< 5	5– 7	> 7

Pulp Sulfat

Pulp sulfat diperkenalkan secara komersil tahun 1885 di Swedia [9](FAO). Kertas dari pulp sulfat memiliki kekuatan fisik dan formasi serat sangat baik, sehingga proses pulp sulfat sampai sekarang masih bertahan dan menguasai teknologi untuk memproduksi pulp dunia.

Hardwood pulp

Semua jenis tanaman memiliki serat selulosa dan dapat digunakan untuk pembuatan pulp. Namun dalam proses pemilihannya perlu diperhatikan faktor teknis dan ekonomisnya [1]. Faktor teknis diantaranya adalah masa jenis, dan sifat tanaman. Hal ini untuk memperoleh kualitas pulp yang optimal dengan biaya yang ekonomis. Kayu hard-wood tropis banyak ragam dan lebih dari 400 jenis [9] (Atlas Kayu Indonesia 2005). Kayu yang terpilih secara komersil untuk bahan pulp telah dipertahankan dan dibudidayakan untuk menjaga kelangsungan industrinya. Namun perlu dipertimbangkan pemanfaatan kayu belum dikenal sebagai bahan kayu alternatif untuk pulp. Kayu dari Hutan tropis campuran, terdiri lebih dari dua jenis kayu akan memiliki sifat yang berbeda. Seperti keragaman masa jenis, kandungan kimia yang bervariasi dapat berakibat kualitas pulp tidak standar. Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan tahap pemilihan kayu dengan masa jenis yang variasinya tidak terlalu lebar. Hasil kajian dan pendekatan melalui simulasi statistik yang dilakukan dapat memberikan kontribusi untuk produsen pulp dalam menganalisa pengaruh massa jenis kayuyang akan digunakan.

Tabel2. *Density Kayu Pulp*

	Ringan sekali	Ringan	Sedang	Berat
Density(kg/m3)	< 250	251 – 450	451 – 800	> 800
Massa jenis	<0,25	0,251 – 0,450	0,451 – 0,80	< 0,80
Pulp	Mekanis	Kimia & Mekanis	Kimia	Kimia

Bahan dan Metoda

Bahan

Data massa jenis dan contoh hardwood tropika diperoleh dari FAO (1979) yang diolah dan dikelompokkan kedalam tujuh kelompok massa jenis dari 0.30 sampai 0.98. Contoh kayu

diambil secara acak sebanyak 21 jenis tanaman terdiri dari jenis *Sterculia* sp, *Alba* sp, *Sclerolobium* sp, *Poeteria* sp, *Drypetes* sp, *Bombax* sp, *Peltogyne* sp, *Perebea* sp, *Caryocar* sp, *Pouroma* sp, *Diospyros* sp, *Heyronima* sp, *Simarouba* sp, *Sapium* sp, *Duroira* sp, *Manilkara* sp, *Pterocarpus*. Masing-masing spesies kayu yang masuk kedalam kelompok kelas massa jenis diambil secara acak 5 contoh kayu untuk mewakili kelas massa jenisnya.

Metoda

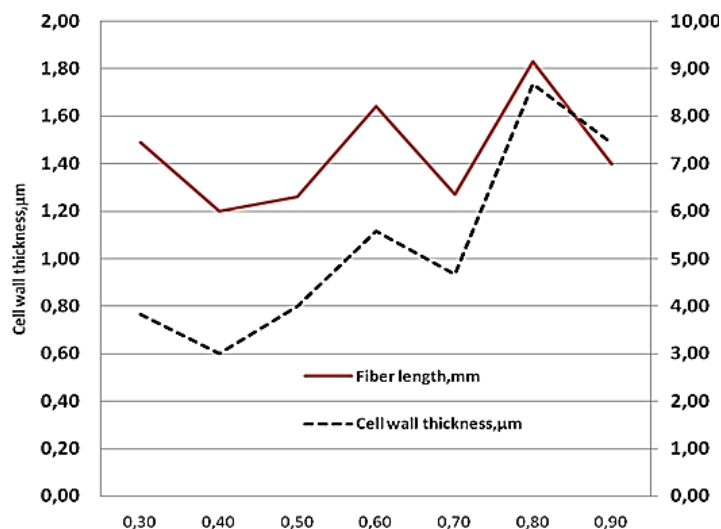
Data hardwood yang memiliki massa jenis 0.30 sampai 0.98 diolah menurut pembagian kelas dengan perbedaan 0,9 untuk setiap kelas. Data dikelompokkan kedalam tujuh kelas interval yang ditentukan dengan statistik, kelas interval masa jenis hasil perhitungan terdiri dari 0.30-0.39 ; 0,40-0.49 ; 0.50-0.59 ; 0.60-0.69 ; 0.7-0.79 ; 0.80-0.89 dan 0.90-0.99. Setiap kelas interval diwakili oleh sampel kayu sebanyak 5 contoh secara acak yang mewakili massa jenis kayu tersebut. Contoh terpilih didalam kelompok 7 kelas dianalisa statistik terhadap parameter morfologi panjang serat, tebal dinding serat, kandungan ekstraktif, kandungan lignin, rendemen pulp sulfat, sisa alkali pemasakan, Kappa Number (kematangan pulp), indeks sobek, indeks retak, ketahanan lipat dan panjang putus. Data diolah dikelompokkan dan dianalisa untuk mengetahui hubungan antara massa jenis kayu terhadap beberapa parameter morfologi serat, kimia dan kualitas pulpnya. Pengolahan data menggunakan analisa regresi untuk mengetahui kekuatan dan pengaruhnya yang ditunjukkan dengan nilai regresi R^2 , serta model persamaan $y=ax+b$. Pengamatan dan analisa terbagi dalam 3 kelompok, terdiri dari kelompok 1 untuk massa jenis terhadap panjang serat, tebal dinding serat, ekstraktif dan lignin. Kelompok 2 untuk Massa jenis terhadap rendemen pulp, kematangan pulp (KN), sisa alkali aktif dan kandungan ekstraktif dalam pulp. Kelompok 3 untuk hubungan massa jenis terhadap sifat fisik lembaran pulp.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan data pada tabel 4 untuk pengamatan terhadap 21 jenis kayu hardwood tropis yang dikelompokkan kedalam 7 kelas interval massa jenis menunjukkan hasil sebagai berikut. Panjang serat yang memiliki kisaran panjang serat 1.13-1.83 mm, berdasarkan klasifikasi serat menurut Klemm [3] serat nya termasuk kedalam sedang sampai panjang (> 1.6 mm) dengan rata panjang 1.44 mm. Sedangkan ketebalan dinding serat antara 0.25-18.75 μ m tergolong kedalam dinding serat tipis sampai tebal. Dari klasifikasi serat tersebut maka kayu tersebut memiliki kualitas kayu kelas II dan III sebagai bahan baku pulp yang memiliki sifat massa jenis ringan sampai berat, berdinding serat tipis sampai tebal, memiliki lumen serat kecil sampai sedang. Sifat fidik lembaran pulp yang dihasilkan memiliki kekuatan sobek, retak baik atau sedang [9].

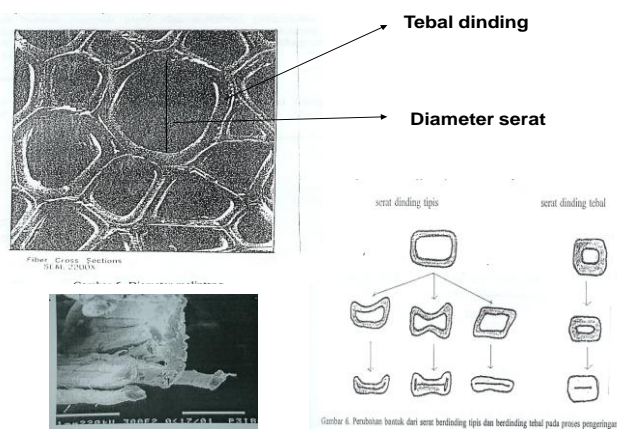
Massa Jenis terhadap Morfologi serat

Massa jenis kayu dihubungkan dengan panjang serat menunjukkan hasil tidak menunjukkan keterkaitan yang kuat dan tidak saling mempengaruhi secara signifikan diperlihatkan oleh nilai $R^2=0.113$ yang kecil dengan persamaan $Y = 0.035x + 1.298$. Artinya massa jenis semakin tinggi maka panjang serat yang terbentuk tidak sejalan dengan bertambahnya panjang seratnya. Tetapi tebal dinding serat ternyata dapat dipengaruhi oleh massa jenis kayu yang signifikan sejalan dengan nilai $R^2 = 0.728$ yang besar dengan persamaan $Y = 0.813x + 2.055$. Hal ini menunjukkan bahwa massa jenis kayu akan saling mempengaruhi terhadap tebal dinding serat atau dinding serat yang tebal dapat dipengaruhi oleh masa jenis kayu. Pernyataan ini sesuai dengan pembuktian Cassey [3] bahwa massa jenis kayu dapat dipengaruhi oleh tebal dinding serat (Gambar 2).



Gambar 2. Hubungan massa jenis dengan morfologi serat

Grafik pada Gambar 2 memperlihatkan bahwa semakin tinggi massa jenis kayu, maka dinding serat tanaman akan semakin tebal, sedangkan panjang serat tidak banyak dipengaruhi oleh massa jenis kayunya. Simulasi dan prediksi bagaimana arah perubahan massa jenis terhadap tebal dinding serat suatu tanaman dapat diformulasikan dengan model persamaan $Y = 0.813x + 2.055$. Simulasi tersebut menunjukkan bahwa massa jenis kayu dapat mempengaruhi tebal tipisnya dinding serat, sehingga massa jenis kayu ringan akan diprediksi akan memiliki dinding serat yang tipis diharapkan seratnya lebih mudah dipulping dan mudah terfibrilasi.



Pengetahuan Bahan baku-Wawan KH

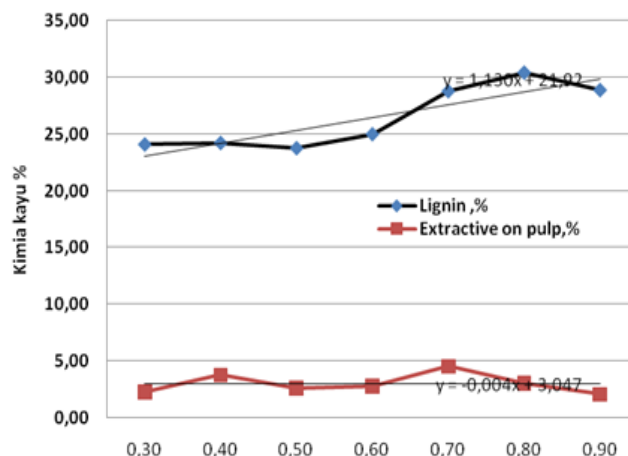
Sumber:wawankh

Gambar 3. Hubungan massa jenis dengan morfologi serat

Massa Jenis terhadap kandungan kimia

Massa jenis terhadap kimia kayu dianalisa pada kajian analisa hanya lignin dan ekstratif, karena sifat ini sangat kuat kaitannya [3][4][10]. Kajian data yang menunjukkan kadar lignin yang tinggi akan dipengaruhi oleh meningkatnya massa jenis dan berkontribusi sangat kuat dengan koefisien regresi yang tinggi pada persamaan $Y = 1.130x + 21.92$.

Kandungan ekstraktif kayu hasil pengamatan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi atau rendahnya masa jenis kayu (Gambar 4 dan Tabel 3). Berarti kadar ekstraktif tidak dapat diprediksi dengan melihat tinggi atau rendahnya massa jenis kayu, yang ditunjukkan nilai $R^2 = 0.002$ sangat kecil pada persamaan $Y = -0.004x + 3.047$.



Gambar 4. Hubungan massa jenis dengan morfologi serat

Kadar lignin antara 22.10-39.40% rata-rata 27.04%, kayu tersebut memiliki kadar lignin sedang sampai tinggi [9], sedangkan kadar ekstraktif antara 1.09 -11.41% rata-rata 3.07%. Berdasarkan 21 jenis hardwood memenuhi syarat sebagai bahan pulp. Masa jenis kayu untuk bahan baku pulp masa jenisnya diusahakan memiliki masa jenis kurang dari 0.80, dengan panjang serat lebih dari 0.9 mm, lignin kurang dari 33% dan ekstraktif kurang dari 5%. Kriteria tersebut dapat dipertimbangkan untuk digunakan sebagai bahan baku pulp, namun proses pulping yang digunakan diperlukan bahan kimia pemasak berlebih untuk mencapai kematangan pulp yang sama. Ekstraktif tinggi pada kayu menimbulkan masalah dalam pulping dan noda pada pulp. Kendala seperti ini sering ditemukan pada kayu hardwood campuran dengan massa jenis yang beragam, sehingga mutu pulp tidak standar, hal ini perlu dikaji mendalam karena masih menjadi bahan diskusi untuk mengatasinya.

Massa jenis dan Kualitas Pulp

Pengaruh massa jenis pada proses pulping dianalisa parameter rendemen, sisa alkali dan Kapa Number pulp. Hasil kajian menunjukkan rendemen pulp antara 41.60-56.24% (rata-rata 48.67%) untuk masa jenis kayu 0.3 (rendah) akan menghasilkan rendemen pulp tinggi dengan Kappa Number rendah dan sisa alkali aktif pemasakan rendah. Berarti bahwa masa jenis yang rendah akan mudah dipulping dan menghasilkan mutu pulp yang baik [3][4][10]. Pemasakan dengan Alkali aktif 15%, Sulfiditas 25% sudah cukup baik yang ditunjukkan dengan tingkat kematangan pulp oleh Kappa Number yang rendah untuk masa jenis tertentu.

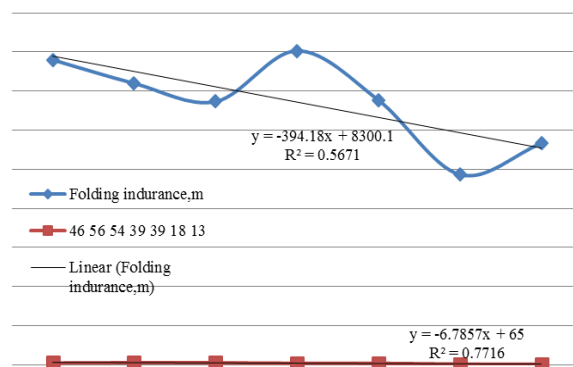
Massa jenis kayu dapat menentukan rendemen dan Kappa Number pulp sulfat dengan hubungan yang sedang koefisien regresi $R^2=0.317$ dengan persamaan $Y = 1.603x + 26.290$ dengan kecenderungan saling mempengaruhi satu sama lain. Kondisi ini dapat dijadikan sebagai acuan awal untuk memprediksi kayu yang akan digunakan.

Tabel 3. Massa jenis kayu terhadap kimia pulp

Massa jenis kayu	Rendemen pulp (%)	Sisa alkali (g/l)	Kappa Number (KN)	Ekstraktif (%)	Lignin (%)
0.3	50.37	3.20	27.00	0.40	24.4
0.4	47.70	3.73	32.60	0.80	28.7
0.5	49.17	3.47	22.83	0.39	24.7
0.6	47.78	3.07	38.23	0.54	25.0
0.7	49.22	4.27	38.97	0.46	29.1
0.8	46.22	6.00	31.03	0.37	31.8
0.9	47.03	5.73	37.63	0.55	29.4

Massa jenis terhadap fisik lembaran

Massa jenis kayu terhadap indeks sobek pulp menunjukkan hubungan saling mempengaruhi, terutama massa jenis mendekati 0.70. Semakin tinggi massa jenis kayu sampai batas 0.70, indeks sobeknya semakin meningkat, dengan tingkat $R^2 = 0.880$ pada persamaan $Y = 0.093x + 1.605$ hubungannya ini menunjukkan bahwa kayu yang bermassa jenis tinggi memiliki korelasi positif terhadap sifat sobek lembaran pulp yang dihasilkan. Dengan analisa ini diprediksi bahwa sifat sobek lembaran kertas dapat dipengaruhi oleh massa jenis kayu sebagai bahan bakunya, hal ini dapat dikaitkan dengan sifat serat atau selnya [10] (Panshin,1994).



Gambar 5 : Massa jenis dan kualitas pulp

Massa jenis kayu terhadap Indeks retak tidak menunjukkan hubungan yang nyata, semakin tinggi massa jenis indeks retak tidak banyak berubah kekuatannya dengan koefisien regresi $R^2=0.313$ untuk persamaan $Y = -0.031x + 0.885$. Lihat gambar 5. Dari hasil analisa diprediksi dan disarankan penggunaan kayu untuk pulp diusahakan secara monokultur dan massa jenis yang digunakan kurang dari 0.70 atau serpih kayu yang menjadi bahan baku pulp diusahakan variasi massa jenis kayu kurang dari 0.70. Dengan mengamati dan memprediksi terlebih dahulu hasil kajian tersebut diharapkan kualitas pulp dapat memenuhi standar yang diharapkan.

Tabel 4 : Massa jenis kayu terhadap fisik pulp (Freeness 400 ml CSF)

Massa jenis kayu	Indeks Retak (mN/kg)	Indeks Sobek (Nm ² /kg)	Kekuatan Tarik (m)	Kekuatan Lipat (kali)
0.3	0.81	1.69	7800	46
0.4	0.84	1.68	7200	56
0.5	0.78	1.98	6733	54
0.6	0.86	2.06	8033	39
0.7	0.79	2.10	6766	31
0.8	0.50	1.74	4866	18
0.9	0.74	1.62	5666	13

Tabel 4, memperlihatkan semakin tinggi massa jenis kayu dapat mempengaruhi panjang putus, indeks retak, indeks sobek dan ketahanan lipat pulnya. Semakin tinggi massa jenis kayu yang dipergunakan pada pembuatan pulp, dapat menghasilkan kualitas pulp rendah dengan sifat fisik pulp menurun dengan semakin tinggi massa jenis kayu. Seperti ditunjukkan pada kelompok massa jenis kayu 0.6-0.70 dan 0.80-0.90 kualitas fisik pulp menurun dengan meningkatnya massa jenis kayu. Massa jenis kayu terhadap indeks retak tidak dapat menunjukkan hubungan nyata terhadap tinggi atau rendahnya massa jenis dengan nilai regresi

$R^2 = 0.313$ untuk persamaan $Y = 0.031x + 0.885$. Dinding serat terhadap lembaran pulp dapat mempengaruhi kekuatan sobek kearah samping dinding serat [3][4]. Lembaran kertas akan lebih kuat untuk menahan gaya-gaya yang mengenai dinding seratnya. Hasil pengamatan dan analisa regresi terdapat kesesuaian seperti yang dikemukakan Parham et.all (1983). Massa jenis kayu perlu diperhatikan untuk pemilihan kayu sebagai bahan pulp, karena dapat mempengaruhi terhadap kekuatan fisik pulpnya. Hubungan tersebut dapat dilihat pada Gambar 5 dan Tabel 5. Pengaruh massa jenis hard-wood tropis terhadap serat, kimia, pulping dan kualitas lembaran pulp, dapat diuji dengan melakukan pendekatan menggunakan persamaan pada Tabel 5. Persamaan ini dapat menjadi alat bantu sebagai kajian awal pada hardwood akan digunakan untuk bahan pulp yang dihasilkan.

Tabel 5. Formula massa jenis kayu

Parameter	Persamaan	Nilai R^2
Panjang serat, mm	$Y = 0.035x + 1.298$	$R^2 = 0.113$
Dinding serat, μ	$Y = 0.813x + 2.055$	$R^2 = 0.727$
Rendemen pulp, %	$Y = -0.482x + 50.225$	$R^2 = 0.496$
Sisa alkali, %	$Y = 0.461x + 2.362$	$R^2 = 0.693$
Lignin, %	$Y = 1.130x + 21.92$	$R^2 = 0.768$
Ekstraktif kayu, %	$Y = -0.004x + 3.047$	$R^2 = 0.002$
Kappa Number	$Y = 1.603x + 26.290$	$R^2 = 0.317$
Ekstraktif pulp, %	$Y = -0.004x + 3.047$	$R^2 = 0.001$
Indeks sobek, Nm^2/kg	$Y = 0.093x + 1.605$	$R^2 = 0.880$
Indek retak, mN/kg	$Y = -0.031x + 0.885$	$R^2 = 0.313$
Kekuatan lipat, kali	$Y = -6.785x + 65.571$	$R^2 = 0.771$
Kekuatan tarik, m	$Y = -394.18x + 8300$	$R^2 = 0.567$

Keterangan : Massa jenis 0.30-0.98 : Kraft pulping (AA 15%, Sulfititas 25%, Suhu 170 °C)

Tabel 6. Massa jenis kayu terhadap serat, kimia, kualitas pulp

Masa Jenis	Range Massa Jenis	Panjang serat (mm)	Dinding serat (μ)	Rende men pulp (%)	Sisa Alkali (g/l)	Lignin (%)	Ekstraktif kayu (%)	KN	Ekstraktif pulp (%)	Indeks Sobek (mN/kg)	Indeks Retak (Nm^2/kg)	Derajat putih (%GE)
0.3	0.3-0.39	1.49	3.83	50.37	3.20	24.10	2.28	27.00	0.40	0.81	1.69	26.33
0.4	0.4-0.49	1.20	3.00	47.70	3.73	24.23	3.80	32.60	0.80	0.84	1.51	29.17
0.5	0.5-0.59	1.26	4.00	49.17	3.47	23.77	2.64	22.83	0.39	0.78	1.98	29.00
0.6	0.6-0.69	1.64	5.58	47.78	3.07	25.00	2.79	38.23	0.54	0.86	2.06	22.98
0.7	0.7-0.79	1.27	4.67	49.22	4.27	28.77	4.84	38.97	0.46	0.79	2.10	22.16
0.8	0.8-0.89	1.83	8.67	46.42	6.00	30.40	3.06	31.03	0.37	0.64	1.74	23.33
0.9	0.9-0.99	1.40	7.42	47.03	5.73	28.87	2.10	37.63	0.55	0.55	1.62	20.17

Keterangan : AA: 15 %, Sulfititas : 25% , Suhu 170°C, Ratio 1:4 , Freeness 400 ml CSF, MJ hardwood 0.30-0.98 (Sumber data FAO telah diolah statistik)

Kesimpulan

Pengamatan terhadap 21 jenis hardwood tropis yang memiliki massa jenis 0.30-0.98 yang diperuntukan sebagai bahan baku pulp kertas diperoleh hasil sbb :

Tebal dinding serat akan bertambah tebal sejalan dengan meningkatnya massa jenis, tetapi massa jenis kayu tidak banyak mempengaruhi terhadap panjang atau pendeknya seratnya. Kadar lignin kayu sangat dipengaruhi oleh massa jenis, semakin tinggi massa jenis kayu semakin tinggi kadar ligninnya. Massa jenis kayu dapat mempengaruhi pada proses pembuatan pulp (pulping) kraft, massa jenis tinggi akan menghasilkan rendemen pulp rendah dan Kappa Number (KN) tinggi. Hardwood bermassa jenis kurang dari 0.70 menghasilkan kualitas pulp lebih baik, terutama sifat sobek dan tarik yang tinggi.

Daftar Pustaka

- [1] Kartiwa,W.1998. Penyediaan bahan baku kayu untuk pulp.PT.TEL dan Balai Besar Litbang Industri Selulosa, Deperindag RI.
- [2] Brown,H.P;A.J.Panshin;C.C.Forsaith.1994. Texbook of Wood Tech.Vol.1.Mc.Graw-Hill Book.Co.Inc.4th.Ed.New York.
- [3] Cassey, J.P. 1980.Pulp and Paper Chemistry and Chemical Tech.Vol.1,3rd ed..Jhon Willey and son.New York.
- [4] Kocurec, M.J. 1987. Properties of Fibrous Raw Materials and their Preparation for Pulping.Vol.1.TAPPI-CPPA.Atlanta USA.
- [5] Kellomaki,S. 1998.Fores Resources and Sustainable Management. Paper Making and Tech. TAPPI. Atlanta USA.
- [6] Parhan dan PT.Sumalindo Lestari Jaya.1990.Alih ilmu pengetahuan dan teknologi industri pulp kertas dan papan serat.
- [7] Dulsalam.2014.Keteknikandan pemanenn hasil hutan.Sintesis RPI 2011-2014.Puslitbang keteknikan dan pengolahan hutan,Bogor.p.145.
- [8] Scott,W.E.; J.C.Abbolt. 1995.Properties of paper, 2nd ed.TAPPI Press. Atlanta USA.
- [9] Vademecum. 1976.Kehutanan Indonesia. Departemen Pertanian. Direktorat Jenderal Kehutanan RI.
- [10] Sixta,Herbert.2006.Handbook of Pulp. Vol.2. Wiley-Vch Verlag GmbH & Co.KgaA.

FT-4

Karakterisasi Pertumbuhan, Produksi dan Nilai Gizi Beberapa Aksesori Jali (*Coix lachryma-jobi* L.) Dari Jawa Barat

Titi Juhaeti

*Lab Fisiologi, Bidang Botani, Pusat penelitian Biologi-LIPI**tihaeti@yahoo.com*

Abstrak. Penelitian dilakukan untuk mengetahui karakter pertumbuhan dan produksi 6 aksesori jali dari Jawa Barat. Aksesori jali yang diamati yakni 1). Kuningan, 2). Sumedang, 3). Sumedang-1, 4). Garut, 5). Pelabuhan Ratu, dan 6) Ciwidey Bandung. Peubah yang diamati meliputi pertumbuhan dan produksi tanaman. Hasilnya menunjukkan bahwa pada 4 MST, aksesori Pelabuhan Ratu menunjukkan pertumbuhan tercepat. Saat panen, aksesori Ciwidey menunjukkan bobot basah tajuk dan akar yang lebih besar dibandingkan aksesori lainnya. Aksesori Sumedang menunjukkan bobot total biji terbanyak. Pada peubah bobot 100 butir biji, aksesori Ciwidey menunjukkan nilai tertinggi. Analisis gizi menunjukkan bahwa jali merupakan sereal yang tidak mengandung gluten. Aksesori Sumedang menunjukkan kadar protein (16,37%), vitamin B6 (27,36 mcg/100g) dan vitamin B12 (3,67) lebih tinggi dari aksesori lainnya.. Kandungan vitamin E jali berkisar 164,26-174,41 mg/100g, dan yang tertinggi pada aksesori Garut.

Kata kunci: jali, Jawa Barat, pertumbuhan, produksi, gizi.

Abstract. The research was carried out to study the growth and production characteristics of 6 West Java adlay accession. The 6th accessions are: 1). Kuningan, 2). Sumedang, 3). Sumedang-1, 4). Garut, 5). Pelabuhan Ratu, and 6) Ciwidey Bandung. The observations included plant growth, production and nutrition. The result indicated that Pelabuhan Ratu accession showed the fastest growth at 4 week after planting (WAP). At harvest time, Ciwidey accession showed the shoot and root fresh weight higher than other accessions. The Sumedang accession showed the highest of total seed weight parameter. Meanwhile, Ciwidey accession showed the greatest value of 100 seed weight parameter. Nutrition analysis of adlay rice showed that adlay rice is a non gluten cereal. The Sumedang accession showed protein content (16,37%), vitamin B6 (27,36 mcg/100g) and vitamin B12 (3,67 mcg/100g) higher than other accessions. The vitamin E content of adlay was 164,26-174,41 mg/100g, and Garut accession showed its highest value.

Key words: adlay, West Java, growth, production, nutrition.

Pendahuluan

The 1996 Global Plan of Action for the Conservation and Sustainable Utilization of Plant Genetic Resources dan World Food Summit [1] telah membuat acuan untuk meningkatkan pengembangan dan komersialisasi jenis-jenis tanaman minor/lokal. Jenis tanaman minor dapat memberikan kontribusi dalam keamanan pangan dan pengurangan kemiskinan. Jika secara proporsional, tanaman pangan major digantikan/dilengkapi oleh tanaman minor dan

dibudidayakan, maka tidak hanya meningkatkan jumlah jenis tetapi juga akan lebih menyehatkan karena lebih beragamnya konsumsi pangan [2].

Sumber pangan karbohidrat utama masyarakat Indonesia dewasa ini adalah beras (nasi) dan terigu (mie instant, roti, biskuit, kue lainnya). Nilai impor terigu yang notabene sangat sulit untuk dikembangkan di Indonesia cenderung meningkat dari tahun ke tahun. Diversifikasi pangan untuk memperbanyak jenis tanaman sumber karbohidrat yang dapat dikonsumsi penting dilakukan. Begitu pula ketergantungan terhadap pangan impor perlu dikurangi. Indonesia dikenal merupakan negara dengan kekayaan sumberdaya hayati yang melimpah. Kekayaan tersebut perlu diungkap untuk dimanfaatkan dengan optimal untuk pemenuhan ataupun substitusi kebutuhan pangan terutama karbohidrat.

Sumber karbohidrat dapat berasal dari umbi-umbian maupun sereal. Jali (*Coix lachryma-jobi*) merupakan salah satu sereal sumber karbohidrat yang diketahui telah dimanfaatkan masyarakat lokal sejak lama bahkan sampai sekarang. Pengetahuan turun temurun para leluhur mengenai pemanfaatannya perlu dilestarikan. Jali tidak diketahui dengan pasti daerah asalnya, tetapi jali merupakan tanaman indigenous di Asia Selatan dan Timur. Dewasa ini jali sudah ditanam sebagai sereal minor terutama di China, Filipina, Thailand, Malaysia dan Mediterania. Di Thailand, daerah produksi jali terdapat di bagian Utara dan Utara-Timur, sekitar 4000-6000 ton jali diekspor ke Jepang dan Taiwan tiap tahunnya [3]. Jali dapat tumbuh sampai ketinggian tempat 2000 m dpl. Selain itu, nilai gizi jali tidak jauh berbeda dengan beras. Jali juga memiliki kelebihan yakni tidak mengandung gluten. Jali merupakan bijian bernutrisi, kandungan protein dan lemak diketahui lebih tinggi dibandingkan beras dan gandum. Dari 100 gr bagian biji yang dapat dimakan terkandung air 10,1-15 g; protein 9,1-23,0 g; lemak 0,5-6,1 g; karbohidrat 58,3-77,2 g; serat 0,3-8,4 g; abu 0,7-2,6 g dengan energi sekitar 1500 kJ/100g [3].

Diketahui bahwa kandungan energi jali mencapai 324 kkal lebih tinggi dibanding beras jagung putih dan sedikit lebih rendah dibanding bijian lainnya. Kandungan protein jali menunjukkan angka paling tinggi (11g). Kandungan lemaknya hanya sedikit dibawah kandungan lemak beras menir tetapi lebih tinggi dibanding lainnya. Begitu pula kandungan kalsium, fosfor dan besi jali menunjukkan angka yang tertinggi [4]. Biji jali juga mengandung riboflavin 0,19 mg dan niacin 4,7 mg [5]. Kandungan asam amino esensial per 100 g protein (16 g N) adalah triptofan 0,5 gram; lisin 1,9 gram; methionin 2,6 gram, fenilalanine 4,9 gram; treonin 3,0 gram; valin 5,7 gram; leusin 13,6 gram dan isileusin 3,9 gram (Busson, 1965 Dalam Lim, 2013). Dengan mempertimbangkan kandungan gizinya, maka jali layak untuk dikembangkan sebagai pendamping sumber karbohidrat dalam diversifikasi pangan. Departemen Pertanian Filipina diketahui mengembangkan jali untuk diversifikasi pangan mengurangi ketergantungan terhadap beras [7]. Jali juga merupakan hijauan pakan ternak terutama untuk sapi dan kuda [6].

Dewasa ini, dengan semakin mudah masyarakat mendapatkan beras dan terigu, pemanfaatan jali sebagai sumber karbohidrat semakin terlupakan. Semakin banyak petani yang tidak lagi menanam jali, bahkan masyarakat umum sudah banyak yang tidak mengenal tanaman ini. Namun, di beberapa daerah di Jawa Barat diantaranya di kecamatan Darma (Kuningan), Cilembu (Sumedang), Garut, Pelabuhan Ratu (Sukabumi), Parakan Salak (Sukabumi) dan Ciwidey (Bandung) beberapa petani diketahui masih menanam jali meskipun dalam skala kecil. Masyarakat lokal mengolah jali menjadi berbagai makanan misalnya nasi, bubur, aneka macam kue (baik basah maupun kering), dan makanan terfermentasi seperti tape. Makanan berbahan dasar jali (terutama dalam bentuk bubur) juga sudah lama dijual. Bubur jali yang bertekstur kental berbiji sangat disukai karena mirip dengan rasa bubur kacang hijau yang sangat digemari di Indonesia. Tepung jali juga diketahui dapat dipakai untuk substitusi terigu dalam industri roti dengan ramuan 70% tepung terigu dan 30% tepung jali [6].

Telah dilakukan koleksi jali dari lokasi penanaman jali tersebut untuk selanjutnya dilakukan pengamatan karakter pertumbuhan dan produksinya. Pengungkapan potensi jali sebagai sumber karbohidrat penting dilakukan untuk pemanfaatannya yang optimal dan berkelanjutan. Kegiatan seleksi akses unggul dan pemuliannya perlu mendapatkan perhatian.

Penelitian bertujuan untuk mengetahui karakter pertumbuhan dan produksi masing-masing aksesori jali sebagai dasar untuk pemuliaan dan budidayanya. Pengembangannya lebih lanjut dimaksudkan untuk meningkatkan nilai tambahnya sehingga dapat lebih bermanfaat bagi masyarakat.

Bahan dan Metode

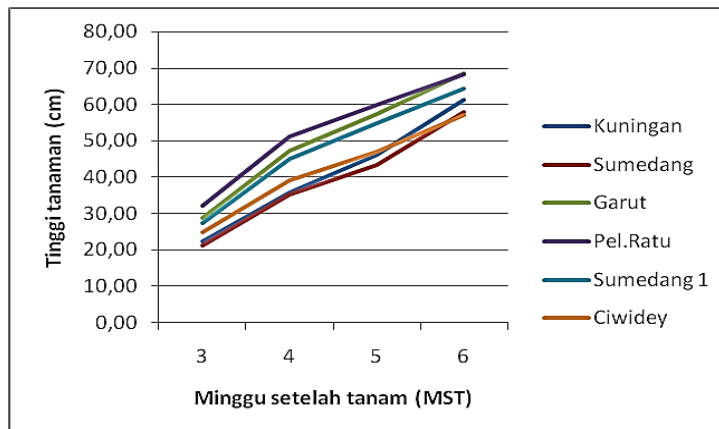
Penanaman jali dilakukan di Kebun Fisiologi, Bidang Botani, Puslit Biologi LIPI pada bulan Mei-Desember 2015. Aksesori jali yang ditanam sebanyak 6 aksesori, yakni aksesori Kuningan, Sumedang, Sumedang 1, Garut, Pelabuhan Ratu, dan Ciwidey Bandung. Jali ditanam di petakan pada jarak tanam 100 x 70 cm. Pada lubang tanam diberikan pupuk kandang dan kompos. Saat tanam diberikan pupuk NPK (16-16-16) sebanyak 4 gram/lubang tanam. Pemeliharaan tanaman selanjutnya adalah penyiangan dan penyiraman. Peubah yang diamati meliputi pertumbuhan vegetatif (tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah anakan, jumlah tunas samping), generatif dan produksi tanaman.

Hasil dan Pembahasan

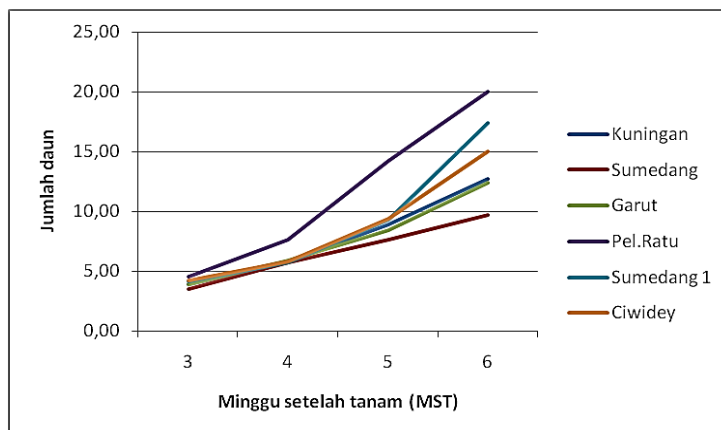
Pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman

Hasil pengamatan vegetatif menunjukkan adanya perbedaan kecepatan pertumbuhan dari tiap aksesori. Sampai umur 6 MST, ukuran tanaman tertinggi diperoleh dari aksesori Pelabuhan Ratu dan Garut, sedangkan yang terpendek dari aksesori Sumedang (Gambar 1). Jumlah daun terbanyak diperoleh dari aksesori Pelabuhan Ratu dan yang paling sedikit dari aksesori Sumedang (Gambar 2).

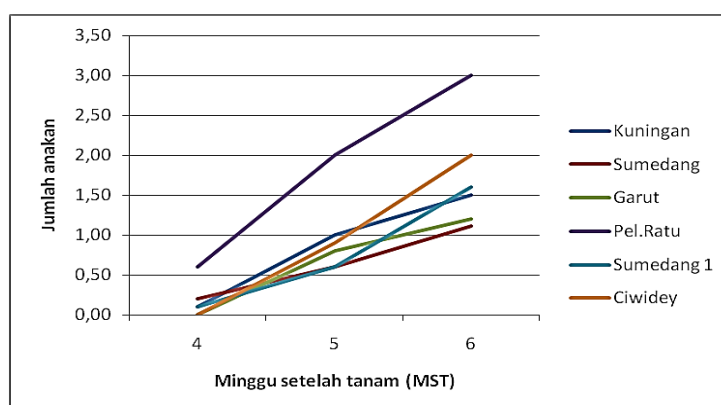
Pada umur 4 MST sudah mulai terbentuk anakan. Aksesori Pelabuhan Ratu menunjukkan pertumbuhan anakan tercepat dan terbanyak sampai umur 6 MST. Aksesori yang menunjukkan jumlah anakan paling sedikit adalah aksesori Sumedang.



Gambar 1. Tinggi tanaman berbagai aksesori jali

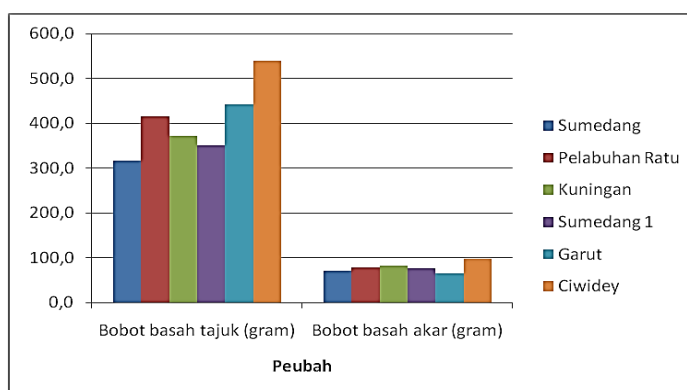


Gambar 2. Jumlah daun berbagai aksesori jali



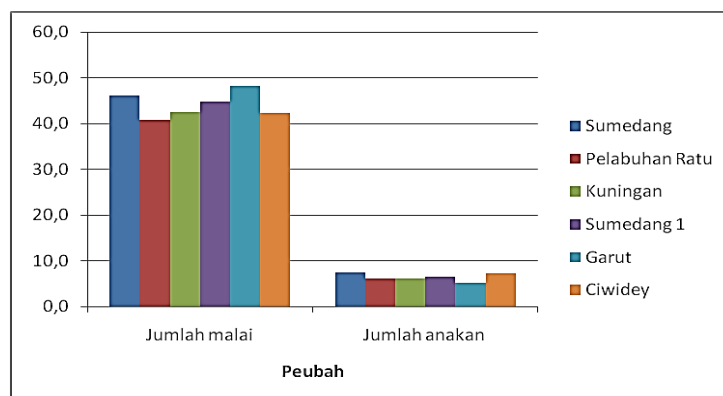
Gambar 3. Jumlah anakan berbagai aksesori jail

Pada saat panen biji, dilakukan pula pengamatan terhadap bobot tajuk dan bobot akar. Panen biji dilakukan saat tajuk dan biji sudah berwarna kecoklatan. Pada saat panen, Aksesori Ciwidey menunjukkan pertumbuhan vegetatif yang lebih besar dibandingkan aksesori lainnya, terlihat dari nilai bobot basah akar dan bobot basah tajuk yang lebih besar dibandingkan aksesori lainnya (Gambar 4).



Gambar 4. Bobot basah tajuk dan akar saat panen

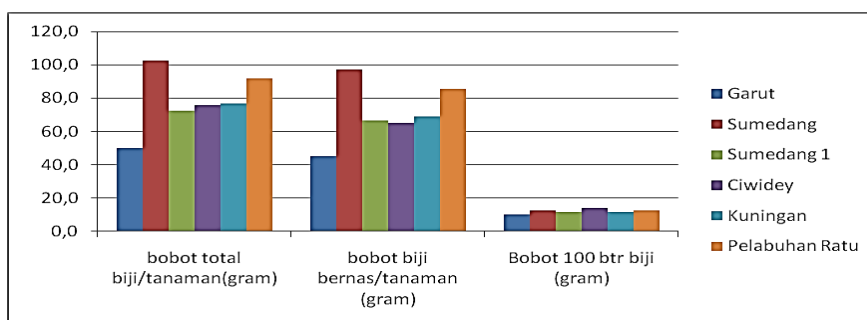
Jumlah malai terbanyak diperoleh dari aksesori Garut, sedangkan jumlah anakan terbanyak dari aksesori Ciwidey dan Sumedang (Gambar 5).



Gambar 5. Jumlah malai dan jumlah anakan saat panen

Produksi Tanaman

Pada peubah produksi tanaman, bobot total biji dan bobot biji bernas terbanyak diperoleh dari aksesori Sumedang diikuti aksesori Pelabuhan Ratu. Sedangkan bobot 100 butir biji yang terbesar adalah aksesori Ciwidey diikuti aksesori Pelabuhan Ratu dan Sumedang. Aksesori Garut menunjukkan nilai bobot 100 butir biji terendah (Gambar 6).



Gambar 6. Produksi biji berbagai aksesori jali

Analisa proksimat dan vitamin

Hasil analisa proksimat dan vitamin terhadap beras jali berbagai aksesori tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis proksimat beberapa aksesori jali

No.	Jenis analisis	Aksesori			
		Sumedang	Kuningan beras tidak disosoh (warna beras coklat)	Kuningan beras disosoh (warna beras putih)	Garut
1.	Kadar air (%)	9,11	8,95	10,23	9,58
2.	Kadar abu (%)	0,77	1,70	0,27	1,51
3.	Kadar lemak (%)	4,29	4,82	1,95	5,61
4.	Kadar protein (%)	16,37	13,86	13,98	8,51
5.	Karbohidrat (%)	69,46	70,67	73,57	74,79
7.	Serat pangan (%)	7,14	8,36	6,84	7,75
8.	Gluten (%)	0	0	0	0
9.	Vit. B6 (mcg/100g)	27,38	11,41	6,84	25,10
10.	Vit. B12 (mcg/100g)	3,67	3,09	2,81	2,09
11.	Vit. E (mg/100g)	164,26	165,09	143,68	174,41

Hasil analisis menunjukkan jali merupakan sumber karbohidrat yang tidak mengandung gluten. Aksesori Sumedang menunjukkan kadar protein (16,37%), vitamin B6 (27,36 mcg/100g) dan vitamin B12 (3,67) tertinggi. Kandungan vitamin E jali ternyata cukup tinggi berkisar 164,26-174,41mg/100g, tertinggi pada aksesori Garut. Penyosohan beras jali yang asalnya berwarna coklat menjadi beras jali berwarna putih menurunkan kadar lemak, serat pangan, vitamin B6, vitamin B12 dan vitamin E.

Kesimpulan

Aksesori jali menunjukkan kecepatan pertumbuhan yang beragam. Pada awal pertumbuhan, aksesori Pelabuhan Ratu menunjukkan pertumbuhan tercepat.

Saat panen, aksesori Ciwidey menunjukkan bobot basah tajuk dan akar yang lebih besar dibandingkan aksesori lainnya. Jumlah malai terbanyak diperoleh dari aksesori Garut, sedangkan jumlah anakan terbanyak dari aksesori Ciwidey dan Sumedang.

Aksesori Sumedang menunjukkan bobot total biji dan bobot biji bernas terbanyak. Pada peubah bobot 100 butir biji, aksesori Ciwidey menunjukkan nilai tertinggi.

Jali merupakan sumber karbohidrat yang tidak mengandung gluten. Aksesori Sumedang menunjukkan kadar protein (16,37%), vitamin B6 (27,36 mcg/100g) dan vitamin B12 (3,67) lebih tinggi dari aksesori lainnya. Kandungan vitamin E jali ternyata cukup tinggi berkisar 164,26-174,41, tertinggi pada aksesori Garut. Penyosohan beras jali yang asalnya berwarna coklat menjadi beras jali berwarna putih menurunkan kadar lemak, serat pangan, vitamin B6, vitamin B12 dan vitamin E.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian Biologi LIPI yang telah mendanai penelitian ini, juga kepada Sdr. Indra Gunawan atas bantuannya dalam pelaksanaan penelitian.

Daftar Pustaka

- [1] FAO, Rome 1996c. Global Plan of Action for the Conservation and Sustainable Utilization of Plant Genetic Resources for Food and Agriculture.
- [2] Christinck, 2005 Unerutilized species-rich potential is being wated. Dalam Lossau A dan Q Li)eds) 2011. "Surces Book on Sustainable Agrobiodiversity management" Social Science Academic Press. PR. China.
- [3] Grubben and Partohardjono, Eds. 1996. (Grubben and Partohardjono, Eds. 1996. Cereals. Plant Resources of Soth East Asia No. 10) Backhuys Publ Leiden. 84-87).
- [4] Mahmud MK & NA Zulfianto (eds.). 2009. *Tabel Komposisi Pangan Indonesia*. Elex Media Komputindo Gramedia, Jakarta.
- [5] Leung E-TW, Busson F, Jardin C. 1968. Food Composition Table for Use in Africa. FAO. Rome, p 306.
- [6] Lim TK. 2013. Edible medicinal and non medicinal plant Volume 5 fruits. DOI 10.1007/978-007-5653-3_14. Springer Science+bussiness Media Dordrecht 2013.
- [7] de la Cruz, Rita T. 2011. Why eating adlay is good for you?. BAR Digest Home 13(4). <http://www.bar.gov.ph/digest-home/digest-archives/364-2011-4th-quarter/2038-why-eating-adlai-is-good-for-you>

FT-14

Evaluasi Lima Aksesori Jewawut Lokal [*Setaria italica* (L.) P. Beauv] : Karakter Pertumbuhan dan Responnya Terhadap Pemupukan

Nuril Hidayati^{1,a} dan Fauzia Syarif¹

Pusat Penelitian Biologi LIPI

nurilhid@yahoo.com

Abstrak. Lima aksesori jewawut unggul lokal yakni B (Jewawut 20027-ICE-1335), C (Jewawut 2006-375-3-9), D (Jewawut 2006-375-3-9), G (P. Buru Merah) dan H (P. Buru Kuning) ditanam dalam pot di dalam rumah kaca dan diberi perlakuan pemupukan dengan dua tingkat dosis yakni P1 : 8 g urea, 5 g TSP dan 5 g KCl per pot dan P2 : 4 g urea, 2.5 g TSP dan 2.5 g KCl per pot. Dari hasil pengamatan fenologi, morfologi, karakter pertumbuhan dan responnya terhadap pemupukan menunjukkan bahwa terdapat keragaman dari kelima aksesori. Aksesori dengan umur paling panjang/dalam adalah B diikuti C, D, dan G,H. Aksesori B juga menunjukkan karakter pertumbuhan dan penampilan morfologi yang sangat berbeda dibandingkan dengan aksesori yang lainnya. Aksesori C dan D memiliki kemiripan dalam bentuk serta ukuran malai. Aksesori G dan H memiliki kemiripan dalam pertumbuhan dan penampilan morfologi, kecuali warna biji. Respon kelima aksesori terhadap pemupukan bervariasi, aksesori B paling rendah responnya terhadap pemupukan. Produktivitas paling tinggi mencapai 18.48 g/tan (H), diikuti C (12.16 g/tan), D (11.11 g/tan), G (9.72 g/tan) dan B (3.79 g/tan).

Kata Kunci: Pertumbuhan, pemupukan, jewawut, lokal

Abstract. Five local varieties of jewawut B (Jewawut 20027-ICE-1335), C (Jewawut 2006-375-3-9), D (Jewawut 2006-375-3-9), G (P. Buru Merah) dan H (P. Buru Kuning) were planted in pots under greenhouse condition treated with two levels of fertilizers P1 : 8 g urea, 5 g TSP dan 5 g KCl per pot and P2 : 4 g urea, 2.5 g TSP dan 2.5 g KCl per pot. Phenology, Growth characteristic, morphology and the response to fertilizer were examined. The results showed that there were some varieties in phenology, growth and morphology. B showed the longest growing period followed by C, D, dan G,H. B also showed different morphological performance compared to other varieties. C and D showed similarity in the shape and size of spiclet. G and H showed similarity in growth characteristic and morphological performance, except in seed colour. There was also variation in the response to fertilization. The highest seed production reached 18.48 g/plant (H) followed by C (12.16 g/plant), D (11.11 g/plant), G (9.72 g/plant) and B (3.79 g/plant).

Key Words: Growth, fertilization, local jewawut.

Pendahuluan

Membangun ketahanan dan kemandirian pangan non-beras sangat penting dan strategis. Hal ini dituangkan dalam Undang-undang Nomor 7 Tahun 1996 tentang Pangan dan Peraturan Pemerintah No. 68 Tahun 2002 tentang Ketahanan Pangan. Kedua peraturan Pemerintah ini

menegaskan bahwa untuk memenuhi kebutuhan pangan yang terus meningkat dari waktu ke waktu, upaya penyediaan pangan agar dilakukan dengan membangun sistem produksi pangan yang berbasis pada sumber daya, kelembagaan, dan budaya lokal [1].

Dalam Undang-Undang No 7 Tahun 1996 tentang Pangan, ketahanan pangan didefinisikan sebagai kondisi terpenuhinya pangan bagi setiap masyarakat yang tecermin dari tersedianya pangan yang cukup, baik jumlah maupun mutunya, aman, merata, terjangkau, dan berbasis pada keragaman sumber daya lokal. Ketahanan pangan merupakan suatu sistem yang terdiri dari subsistem ketersediaan, distribusi, dan konsumsi. Subsistem ketersediaan pangan berfungsi menjamin pasokan pangan untuk memenuhi kebutuhan seluruh penduduk, baik dari segi kuantitas, kualitas, keragaman, maupun keamanannya. Subsistem distribusi berfungsi mewujudkan sistem distribusi yang efektif dan efisien untuk menjamin seluruh rumah tangga dapat memperoleh pangan dalam jumlah dan kualitas yang cukup sepanjang waktu dengan harga yang terjangkau. Subsistem konsumsi berfungsi mengarahkan pola pemanfaatan pangan secara nasional agar memenuhi kaidah mutu, keragaman, kandungan gizi, kemananan, dan kehalalannya. Berdasarkan definisi ketahanan pangan dari FAO (1996) dan UU RI No 7 Tahun 1996, ada empat komponen yang harus dipenuhi untuk mencapai kondisi ketahanan pangan, yaitu 1) Kecukupan ketersediaan pangan, 2) Stabilitas ketersediaan pangan tanpa fluktuasi dari musim ke musim atau dari tahun ke tahun, 3) Aksesibilitas dan keterjangkauan terhadap pangan, serta 4) Kualitas keamanan pangan.

Pengembangan sistem produksi pangan tersebut diantaranya dapat ditempuh dengan mengembangkan sumberdaya pangan lokal yang berpotensi sebagai pangan alternatif. Diantara keaneragaman sumberdaya lokal berpotensi yang sudah mengakar di sebagian masyarakat di Indonesia adalah jewawut.

Jewawut adalah sejenis sereal ber biji kecil yang memiliki nilai kandungan gizi yang mirip dengan tanaman pangan lainnya seperti padi, jagung atau gandum. Di Indonesia pemanfaatan jewawut untuk pangan masih belum banyak dan belum berkembang luas di masyarakat. Untuk pangan jewawut masih dikenal di beberapa daerah saja, diantaranya Polewali-Mandar (Polman), Mamuju, P. Buru, P. Salayar, sebagian P. Jawa dan Biak. Di Indonesia jewawut secara meluas masih lebih dikenal sebagai pakan burung. Padahal tanaman ini dapat diolah menjadi aneka ragam makanan sehingga dapat mendukung ketahanan pangan dan mengantisipasi masalah kelaparan [2].

Jewawut termasuk dalam famili *Poaceae*. Genus *Setaria*, Spesies *Setaria italica*. Spesies jewawut yang paling banyak dibudidayakan dalam urutan produksi di seluruh dunia adalah: 1. Pearl jewawut, 2. Foxtail jewawut, 3. Proso jewawut, 4. Finger jewawut. *pearl millet* memiliki jumlah kromosom 14 pasang dengan potensi hasil 3,5 t/ha [3]. Jenis *pearl millet* termasuk tanaman sereal ekonomis minor penting dari golongan tanaman semusim [4][5].

Jewawut adalah tanaman semusim seperti rumput, yang tingginya dapat mencapai 2 m, mempunyai malai yang rapat sehingga orang menamakannya dengan tanaman ekor rubah. Tanaman ini termasuk hermaprodit, buliran berbentuk menjorong, bunga bawah steril sedangkan bunga atas hermaprodit. Biji bulat telur, melekat pada sekam kelopak dan sekam mahkota, berwarna kuning pucat hingga jingga, merah, coklat atau hitam [6].

Jewawut menempati urutan ke-enam sebagai biji-bijian paling utama dan dikonsumsi sepertiga penduduk dunia. Salah satu sumber utama penyedia energi, protein, vitamin dan mineral, kaya vitamin B terutama niacin, B6 dan folacin juga asam amino esensial seperti isoleusin, leusin, fenilalanin dan treonin serta mengandung senyawa nitrilosida yang berperan sebagai anti kanker dan menurunkan resiko penyakit jantung [7].

Kandungan gizi jewawut yaitu karbohidrat 84,2%, protein 10,7%, lemak 3,3%, serat 1,4%, Ca 37 mg, Fe 6,2 mg, vitamin C 2,5, vitamin B1 0,48, dan vitamin B2 0,14 [5]. Menurut Abate dan Gomez [8] jewawut mengandung protein hingga 11.7%, serat kasar 7.0% dan pati 55.1%. Menurut Balitsereal [9], jewawut mengandung karbohidrat 84.2%, protein 10.7%, dan lemak 3.3%. Menurut Yanuwar [10], jewawut mengandung energy 386 kkal, protein kasar 12.1%, lemak 1.63%, karbohidrat 81.52%, Mg 122.10 mg/100g, Fe 7.80 mg/100g, Zn 3.60 mg/100g, Ca 19.80 mg/100g, vitamin A 0.023 mg/100g, Vitamin B1 0.04 mg, vitamin C 18 mg, serat

kasar 5.65%. Menurut Southgate [11], bahwa kandungan amilopektin yang tinggi (75%) pada endosperm jewawut termasuk jenis ketan (*waxy*) [9]. *Pearl millet* mengandung asam lemak tak jenuh sebesar 75% dari total lemak dan serat sebesar 2%, kadar abu *pearl millet* 3.86% dan kadar seratnya 5.65%. Protein kasar yang dikandung *pearl millet* berjumlah 7.29% [10]. Dengan tingginya protein albumin dan globulin, maka kandungan asam amino esensial lisin pun tinggi [12].

Jewawut dapat ditanam di daerah semi kering dengan curah hujan kurang dari 125 mm selama masa pertumbuhan yang pada umumnya 3-4 bulan. Tanaman ini tidak tahan terhadap genangan dan rentan terhadap periode musim kering yang lama. Di daerah tropis, tanaman ini dapat tumbuh pada daerah semi kering sampai ketinggian 2000 m dpl. Tanaman ini menyukai lahan subur dan dapat tumbuh baik pada berbagai jenis tanah, seperti tanah berpasir hingga tanah liat yang padat, dan bahkan tetap tumbuh pada tanah miskin hara atau tanah pinggir. Sedangkan pH yang cocok untuk tanaman ini adalah 4-8 [13].

Berdasarkan fakta bahwa potensi jewawut sebagai sumber pangan cukup besar untuk dikembangkan, maka riset ini dilakukan untuk mengungkap lebih jauh mengenai potensi jewawut lokal dari berbagai daerah dan kemungkinan untuk peningkatan produksinya diantaranya melalui perlakuan pemupukan.

Bahan dan Metoda

Benih jewawut (*Setaria italica*) ditanam masing-masing lima butir pada Tanggal 16 Februari 2015 dalam pot yang berisi media tanah dan kompos dengan perbandingan 2:1. Pot diatur dalam rumah kaca dengan perlakuan pemupukan NPK dengan dua kali dosis standar petani untuk padi yakni 300 kg Urea/ha, 150 Kg TSP/ha, 150 Kg KCl/ha (P1) dan satu dosis standar yakni 150 kg Urea/ha, 75 Kg TSP/ha, 75 Kg KCl/ha (P2). Pemupukan dilakukan satu kali untuk pupuk P dan K dan dua kali untuk pupuk N. Pemupukan pertama dilakukan satu minggu sebelum tanam untuk pupuk N (setengah dosis) dan pupuk P dan K (dosis penuh). Pemupukan N kedua diberikan pada umur 20 Hari Setelah Tanam (HST). Perlakuan dirancang dengan Rancangan Acak Kelompok Faktorial dengan empat ulangan. Pupuk yang diberikan per pot adalah : untuk perlakuan P1 : 8 g urea, 5 g TSP dan 5 g KCl. Untuk perlakuan P2 : 4 g urea, 2.5 g TSP dan 2.5 g KCl. Tanaman dijarangkan pada umur 10 HST dan disulam pada umur 14 HST.

Variabel yang diamati adalah:

1. Morfologi yakni batang (tinggi, diameter dan warna), daun (ukuran dan warna), malai (bentuk, ukuran, bulu), biji (bobot 1000 biji dan warna).
2. Fenologi meliputi waktu perkecambahan, fase vegetatif, fase reproduktif, pembungaan dan waktu masak biji/waktu panen.
3. Fisiologi meliputi kandungan klorofil
4. Pertumbuhan produktivitas meliputi laju pertumbuhan tinggi, jumlah daun, produksi biomasa, produksi malai dan biji, indeks panen, pembentukan anakan.
5. Perbedaan respon terhadap pemupukan
6. Analisis proksimat (nutrisi)

Tabel 1. Nomor dan Nama Aksesori Jewawut sebagai Bahan Tanaman Penelitian

No	No Koleksi	TGL. koleksi	Lokasi Asal
B	Jewawut 20027-ICE-1335 (Plasma Nutfah)	2014	Sulsel
C	Jewawut 2006-375-3-9 (Plasma Nutfah)	2014	Sulsel
D	Jewawut ICE-376-3 (Plasma Nutfah)	2014	Sulsel
G	Jewawut P. Buru Merah	2013	P. Buru
H	Jewawut P. Buru Kuning	2013	P. Buru

Hasil dan Pembahasan

Karakter pertumbuhan kelima aksesori jewawut berbeda. Aksesori C, G dan H muncul tunas, muncul malai dan masak malai lebih cepat dibandingkan aksesori B dan D. Perbedaan fenologi dari kelima aksesori dapat dilihat pada Tabel 2. Aksesori dengan umur paling panjang/dalam adalah

aksesi B diikuti akses C, D, dan G,H. Disamping menunjukkan fenologi yang berbeda, kelima akses juga menunjukkan penampilan morfologi yang berbeda. Keragaman morfologi yang paling menonjol adalah akses B yang memiliki ukuran batang dan daun yang kecil, memiliki anakan banyak dan malai berbulu (Tabel 2 dan Gambar 1). Akses C dan D memiliki kemiripan pada bentuk, ukuran dan warna malai malai, sementara akses G dan H memiliki kemiripan dalam penampilan batang, daun dan malai, kecuali perbedaan warna malai (Tabel 2 dan Gambar 3).

Tabel 3 menunjukkan perbedaan karakter dari lima akses dan perbedaan responnya terhadap pemupukan. Secara keseluruhan penambahan dosis pupuk meningkatkan pertumbuhan tanaman yang dicerminkan oleh tinggi tanaman, jumlah daun, ukuran daun, diameter batang dan kandungan klorofil daun yang lebih tinggi pada tanaman yang dipupuk dua kali dosis standar. Akses B memiliki ukuran tanaman paling kecil, dilihat dari tinggi maupun diameter batang. Akan tetapi akses ini memiliki jumlah daun yang lebih banyak dengan ukuran yang lebih kecil. Respon terhadap pemupukan paling rendah atau kurang responsif, dilihat dari penambahan pertumbuhan yang kurang signifikan antara tanaman yang dipupuk dosis tinggi dengan tanaman yang dipupuk dengan dosis standar. (Tabel 3). Akses B memiliki perbedaan karakter yang menonjol dibandingkan dengan karakter lainnya, yakni pada ukuran malainya yang kecil dan berbulu. Akses C, D, G dan H menunjukkan respon yang hampir sama terhadap pemupukan. Respon yang paling menonjol dapat dilihat pada tinggi tanaman, diikuti oleh diameter batang, ukuran (panjang dan lebar daun) serta kandungan klorofil daun (Tabel 3).

Tabel 2. Perbedaan Karakter dan Respon Terhadap Dosis Pupuk NPK Lima Akses Jewawut Lokal

Akses	Muncul tunas HST	Muncul malai HST	Masak malai HST	Ukuran batang	Ukuran daun	Jumlah anakan	Ukuran malai	Warna malai
B	6-7	45	65	Kecil, pendek	Sempit	Banyak	KPB	Kuning
C	3-4	44	62	Besar tinggi	Lbr , Pjg	Sedang	BPTB	Kuning
D	6-7	53	61	Besar pendek	Lbr, pendek	Sedikit	BPTB	Kuning
G	3-4	44	55	Besar tinggi	Lbr,Pjg	Sedang	SPTBUB	Merah
H	3-4	44	55	Besar tinggi	Lbr,Pjg	Sedang	SPTBUB	Kuning

Keterangan: B= Jewawut 20027-ICE-1335

C= Jewawut 2006-375-3-9

D= Jewawut 2006-375-3-9

G= Jewawut P. Buru Merah

H= Jewawut P. Buru Kuning

KPB=Diameter Kecil ,Pendek, Berbulu

BPTB= Diameter Besar ,Panjang ,Tidak, Bebulu

SPTBUB=Diameter Sedang,Panjang, Ujung, Bercabang

HST = Hari Setelah Tanam



Gambar 1. Malai Akses B



Gambar 2. Tipe Malai Aksesi C dan D



Gambar 3 Tipe Malai Aksesi G dan H

Tabel 3. Perbedaan Karakter dan Respon Terhadap Dosis Pupuk NPK Lima Aksesi Jewawut Lokal

Aksesi	Parameter	Dosis Pupuk	
		Satu Dosis	Dua kali Dosis
B	Tinggi maksimal (Cm)	162.4	169.3
	Jumlah Daun	29.9	37.8
	Panjang Daun (Cm)	49.5	5.2
	Lebar Daun (Cm)	1.5	1.8
	Diameter Batang (Cm)	0.4	0.6
	Klorofil (SPAD)	45.8	49.9
C	Tinggi maksimal (Cm)	199.6	213.1
	Jumlah Daun	14.0	15.0
	Panjang Daun (Cm)	56.6	57.8
	Lebar Daun (Cm)	2.4	3.1
	Diameter Batang (Cm)	0.7	0.8
	Klorofil (SPAD)	45.0	47.8
D	Tinggi maksimal (Cm)	185.5	208.9
	Jumlah Daun	14.4	14.8
	Panjang Daun (Cm)	56.0	58.0
	Lebar Daun (Cm)	2.7	3.1
	Diameter Batang (Cm)	0.7	0.8

	Klorofil (SPAD)	42.6	44.1
	Tinggi maksimal (Cm)	185.5	204.4
	Jumlah Daun	11.0	14.3
	Panjang Daun (Cm)	48.0	52.0
	Lebar Daun (Cm)	3.1	3.2
	Diameter Batang (Cm)	0.6	0.7
	Klorofil (SPAD)	47.0	48.6
	Tinggi maksimal (Cm)	187.5	208.9
	Jumlah Daun	12.1	12.2
	Panjang Daun (Cm)	49.5	51.0
	Lebar Daun (Cm)	2.9	3.1
	Diameter Batang (Cm)	0.6	0.7
	Klorofil (SPAD)	44.6	46.9

Hasil analisa statistik dari perbedaan dan respon ke lima aksesori jewawut terhadap pemupukan disajikan pada Tabel 4. Peningkatan dosis pupuk NPK meningkatkan pertumbuhan tinggi dari 126.38 cm menjadi 147.32 cm dan jumlah daun dari 16.33 menjadi 18.89 serta kandungan klorofil daun dari 46.60 menjadi 50.01 SPAD, walaupun secara statistik peningkatan ini tidak nyata.

Tabel 4. Respons Pemupukan NPK pada Pertumbuhan dan Kandungan Klorofil Daun Lima Aksesori Jewawut Lokal Umur 2 Bulan Setelah Tanam (BST)

Perlakuan	Tinggi (cm)	Jumlah daun	Klorofil daun muda (SPAD)	Klorofil daun tua (SPAD)
Dosis pupuk				
Dua kali Standar	147.32 a	18.89 a	50.01 a	40.06 b
Standar	126.38 b	16.33 a	46.60 a	43.08 a
Aksesori				
B	133.94 b	33.81 a	50.58 a	44.01 a
C	140.76 ab	14.69 b	48.60 ab	38.44 b
D	118.25 c	14.56 b	48.89 ab	42.83 ab
G	148.94 a	12.75 b	46.74 b	39.00 ab
H	142.35 ab	12.23 b	46.72 b	43.50 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5 % dengan uji Duncan.

Tabel 5. Respons Pemupukan NPK pada Komponen Produksi Lima Aksesori Jewawut Lokal Umur 3 BST

Perlakuan	PM (cm)	JM	BBM (g)	BBT (g)	BBA (g)	BKT (g)	BKA (g)
Dosis pupuk							
Dua kali Standar	13.63 a	8.60 a	12.20 a	88.12 a	7.63 a	21.57 a	2.55 a
Standar	14.48 a	7.41 b	9.34 b	73.71 b	6.43 a	17.50 b	2.35 a
Aksesori							
B	9.45 d	18.25 a	3.79 c	71.96 b	16.21 a	25.20 a	4.88 a
C	12.59 c	5.38 b	12.16 b	103.26 a	4.98 b	23.90 a	2.10 b
D	12.45 c	5.14 b	11.11 b	77.10 b	3.40 b	16.11 b	1.52 b
G	20.84 a	5.43 b	9.72 b	78.77 b	5.24 b	16.60 b	1.99 b
H	15.60 b	5.00 b	18.48 a	74.66 b	4.55 b	15.31 b	1.50 b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5 % dengan uji Duncan

PM= Panjang Malai; JM= Jumlah Malai; BBM= Bobot Basah Malai;

BBT= Bobot Basah Tajuk, BBA= Bobot Basah Akar; BKT=Bobot Kering Tajuk;

BKA=Bobot Basah Akar

Walaupun Perbedaan karakter pertumbuhan vegetatif dan responnya terhadap pemupukan dari keempat aksesori jewawut (CDGH) tidak berbeda nyata, akan tetapi pada komponen produksi

tampak adanya perbedaan yang signifikan dari keempat aksesori ini (Tabel 5). Secara keseluruhan peningkatan dosis pupuk meningkatkan pertumbuhan tajuk (bobot tajuk) dan malai (jumlah dan bobot malai) secara signifikan, pada pertumbuhan akar tidak berpengaruh nyata. Baik pertumbuhan vegetatif maupun komponen produksi aksesori CDG dan H tidak berbeda nyata, kecuali pada ukuran panjang malai, yang mana aksesori C dan D memiliki malai lebih pendek, tetapi memiliki diameter yang lebih besar (Tabel 3, gambar 2 dan 3). Bobot 1000 biji paling tinggi adalah aksesori B diikuti aksesori C dan D (Tabel 6). Dengan nilai produksi seperti pada Tabel 5. Produktivitas paling tinggi adalah aksesori H (P. Buru Kuning) yang menghasilkan produksi biji 18.48 g/tan, diikuti aksesori C (Jewawut 2006-375-3-9) dengan produksi biji 12.16 g/tan, aksesori D (Jewawut 2006-375-3-9) dengan produksi biji 11.11 g/tan, aksesori G (P. Buru Merah) dengan produksi biji 9.72 g/tan dan aksesori B (Jewawut 20027-ICE-1335) dengan produksi biji 3.79 g/tan.

Keragaman dari lima aksesori jewawut yang diteliti sesuai dengan keragaman dari aksesori yang pernah dilaporkan yakni keragaman bentuk dilihat dari variasi bobot malai yang bervariasi antara 11,8 g hingga 18,8 g dan keragaman jumlah rachis antara 104 hingga 143 cabang. Keragaman bobot 1000 butir biji berkisar antara 7,3 g hingga 13,5 g. Bentuk malai yang ditemukan termasuk jenis *foxtail* atau ekor kucing yang panjangnya antara 23 cm hingga 31 cm [14].

Tabel 6. Berat 1000 biji jewawut pada masing-masing aksesori

Aksesori	Berat 1000 biji (gram)
B= Jewawut 20027-ICE-1335	2,60
C= Jewawut 2006-375-3-9	2,12
D= Jewawut ICE-376-3	2,04
G= Jewawut P. Buru Merah	1,34
H= Jewawut P. Buru Kuning	1,32

Kandungan Gizi

Hingga saat ini baru dilakukan analisa nilai gizi pada empat aksesori jewawut yakni aksesori P. Buru kuning dan Buru merah serta aksesori Polman kuning dan Polman merah. Secara umum jewawut memiliki kandungan nutrisi yang cukup baik sebagai bahan pangan alternatif yakni memiliki kandungan karbohidrat dan protein cukup tinggi yakni 71.34 – 76.06% dan protein 9.77 – 11.20 % . kandungan lemak cukup rendah, kandungan kalsium dan vitamin E cukup tinggi (Tabel 7). Hasil analisa nutrisi Aksesori Polman disajikan sebagai pembandingan.

Tabel 7. Kandungan Nutrisi Empat Aksesori Jewawut Unggul Lokal

Komponen	Aksesori				Rata-Rata	Metode
	Polman Kuning	Polman Merah	Buru Kuning	Buru Merah		
Kadar Air (%)	9.37	8.77	11.64	10.28	10.02	Gravimetri
Kadar Abu (%)	0.51	2.4	2.25	2.98	2.04	Gravimetri
Kadar Lemak (%)	3.3	2.13	4.26	2.84	3.13	Soxhlet
Kadar protein (%)	11.2	10.65	10.51	9.77	10.53	Kjeldahl
Karbohidrat (%)	75.62	76.05	71.34	74.13	74.29	By different
Serat Pangan (%)	7.24	12.36	10.53	9.14	9.82	Enzimatis
Gluten (%)	0	0	0	0	0.00	Gravimetri
Ca (mg/100g)	3.01	4.37	3.35	2.98	3.43	AAS
Vitamin B6 (mcg/100g)	11.41	4.56	13.69	6.84	9.13	HPLC

Vitamin B12 (mcg/100g)	2.01	2.74	3.44	3.68	2.97	HPLC
Vitamin E (mg/100g)	156.68	158.89	157.02	211.24	170.96	HPLC

Kesimpulan

Terdapat perbedaan karakteristik yang cukup signifikan antar aksesori jewawut yang diteliti. Disamping perbedaan pertumbuhan dan produksi, perbedaan penampilan morfologi dan perbedaan produktivitas. Produktivitas paling tinggi adalah aksesori H (P. Buru Kuning) yang menghasilkan produksi biji 18.48 g/tan, diikuti aksesori C (Jewawut 2006-375-3-9) dengan produksi biji 12.16 g/tan, aksesori D (Jewawut 2006-375-3-9) dengan produksi biji 11.11 g/tan, aksesori G (P. Buru Merah) dengan produksi biji 9.72 g/tan dan aksesori B (Jewawut 20027-ICE-1335) dengan produksi biji 3.79 g/tan.

Daftar Pustaka

- [1] Anonim, 2011. Peningkatan Produksi Beras dan Diversifikasi Pangan Lokal untuk Meningkatkan Ketahanan Pangan Nasional, <http://yogasetiawan.blogspot.com/2010/05/kategori-pertanian-dan-pangan.html>. Pada tanggal 3 Maret 2012.
- [2] Marlin, 2009. Sumber Pangan Tanaman Minor. <http://daengnawan.blogspot.com/2009/07/sumber-pangan-tanaman-minor.html>.
- [3] Anonim, 2009a. Juwawut. <http://id.wikipedia.org/wiki/>. Diakses pada tanggal 3 Maret 2012.
- [4] Duke. J.A. 1978. The Quest for Tolerant Germplasm. In: Crops Tolerance to Suboptimal Land Conditions. Jung G.A (Ed). Spec. Pub. No.32. Am. Sos. Of Agronomy. Madison.
- [5] Widyaningsih Soemadi dan Abdul Mutholib. 1999. Pakan Burung. Penerbit Penebar Swadaya. Jakarta, 81 hlm.
- [6] Loenard, W. H. dan J. H. Martin, 1988. Cereal Crops. Macmillan Publishing Co., Inc. New York.
- [7] Anonim, 2009b. Jewawut, <http://balitsereal.litbang.deptan.go.id> :Pengelolaan-Plasma Nutfah- Jagung -Sorgum-Gandum-Jewawut &Cati .Penelitian-2006-2007&Itemid=141. Pada tanggal 3 Maret 2012.
- [8] Abate, A.N. and M. Gomez. 1984. Substitution of Finger Millet and Bulrush Millet for Miszen in Broiler Feeds. Anim. Feed. Sci. Technol. 10: 291 – 299.
- [9] Balitsereal. 2004. Laporan Akhir: Penelitian Koleksi, Karakterisasi, dan Konservasi Plasma Nutfah Serealia. Litbang Pertanian, 49 hal (Tidak dipublikasikan).
- [10] Yanuwar, W., 2009. *Aktivitas Antioksidan dan Imunomodulator Serealia Non-Beras* [tesis]. Sekolah Pasca Sarjana Ilmu Pangan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [11] Southgate., D.A.T. 1988. Cereal and Cereal Products. In: Holland B, Unwin T.D and Buss. D.H. The Third Supplement to Mc Cance and Widdowson's. The Composition of Food. 147 pp.
- [12] Serna-Saldivar, S. and L. W. Rooney, 1995. *Structure and Chemistry of Sorghum and Millets*. Di Dalam: Dendy, D. A. V. (ed). *Sorghum and Millets: Chemistry and Technology*. St. Paul, USA: American Association of Cereal Chemists.
- [13] Grubben., G.J.H., dan S. Partohardjono (ed). 1996. Cereal: Plant Resources of South-East Asia No. 10. PROSEA Bogor, 200 pp.
- [14] Suherman O, M Zairin dan Awaluddin. 2005. Keberadaan dan Pemanfaatan Plasma Nutfah Jewawut di Kawasan Lahan Kering Pulau Lombok. <http://ntb.litbang.pertanian.go.id/ind/2005/TPH/>

FT-15

Efektivitas Penambahan Biomassa *Chlorella* sp. Terhadap Kualitas Krim Tabir Surya (*Sunblock*)

Rani Agustiani¹, M. Agus Salim¹, dan Mimim Kusmiyati²

¹Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung

²Jurusan Farmasi Poltekes Bandung

^{a)}rani.agustiani1991@gmail.com

Abstrak. *Chlorella* sp merupakan mikroalga yang memiliki banyak kegunaan diantaranya sebagai antioksidan dan UV filter. Kandungan pigmen yang dimiliki *Chlorella* sp yaitu astaxanthin dan juga *micosporyn like amino acid* (MAA) mampu membuat *Chlorella* sp menjadi zat aktif alami untuk tabir surya (*sunblock*) karena kemampuannya menyerap sinar UV terutama UV B agar tidak langsung memapar kulit sehingga menghambat terbentuknya radikal bebas. Tujuan penelitian ini adalah menentukan efektivitas krim tabir surya dengan ditambahkan biomassa *Chlorella* sp yang ditandai dengan meningkatnya nilai *Sun Protection Factor* (SPF) serta kualitas sediaan krim. *Chlorella* sp dalam biomassa kering dimasukan kedalam sediaan krim dengan beberapa konsentrasi yaitu 1%, 3%, 5% dan 7%. Pada perlakuan lain basis krim dengan konsentrasi *Chlorella* sp yang berbeda tersebut ditambahkan titanium dioksida (TiO₂). Parameter yang diukur antara lain nilai SPF, uji iritasi pada kelinci, organoleptik, serta kestabilan krim. Penentuan nilai SPF dilakukan secara *in vitro* dengan metode A. J Petro. Hasil dari penelitian ini menunjukan semua krim yang diamati memiliki kualitas yang baik berdasarkan parameter uji kestabilan yang telah dilakukan. Nilai SPF dari krim tabir surya dengan penambahan biomassa *Chlorella* sp menunjukan krim tersebut memberikan perlindungan terhadap paparan sinar UV. Nilai SPF tertinggi yaitu 8,710 pada krim *Chlorella* Sp 3% tanpa penambahan titanium dioksida (T0C3). Nilai rata-rata indeks uji iritasi krim pada kelinci albino menunjukan sedikit mengiritasi, nilai tersebut menunjukan bahwa krim yang telah dibuat tersebut aman untuk digunakan pada kulit manusia.

Kata kunci : biomassa *Chlorella* sp, Tabir Surya (*Sunblock*), Titanium dioksida, Astaxanthin, MAA.

Abstract. *Chlorella* sp is a microalgae that very useful such as antioxidants and UV filters. Pigment content of *Chlorella* sp namely astaxanthin. Also *micosporyn like amino acid* (MAA) be able to make *Chlorella* sp become a natural active substances for sunscreen (*sunblock*) because able to absorb UV rays, especially UV B not to directly expose skin and inhibit formation of free radicals. This study was purpose to determine effectiveness of a sunscreen with added *Chlorella* sp biomass characterized by increased value of Sun Protection Factor (SPF) and quality of the cream. Dry biomass of *Chlorella* sp input into cream with some concentration of 1%, 3%, 5% and 7%. On the other treatment base cream with *Chlorella* sp 1%, 3%, 5% and 7% added titanium dioxide (TiO₂). Parameters measured include SPF value, irritation test on rabbits, organoleptic and cream stability. SPF value determination with *in vitro* method by A. J Petro. Results from this study show All creams were have good quality based on parameter stability test that has been carried out. SPF value of sunscreen with biomass *Chlorella* sp addition

showed the cream provides protection against UV exposure. The highest SPF value is 8.710, *Chlorella* Sp 3% cream without the addition of titanium dioxide (T0C3). Average of indeks value irritation test on albino rabbits showed little irritating, the values showed that the cream has been made safe for use on human skin.

Keywords: biomass of *Chlorella* sp, Sunscreen (Sunblock), Titanium dioxide, Astaxanthin, MAA.

Pendahuluan

Kulit adalah lapisan penutup yang terletak pada bagian luar tubuh yang terdiri dari dua lapisan utama yaitu lapisan epidermis dan lapisan dermis. Salah satu fungsi dari kulit adalah sebagai alat pelindung dan penjaga dari gangguan dan rangsangan berupa mekanis, kimia, fisis maupun organisme yang berasal dari luar tubuh [1]. Banyaknya aktivitas yang dilakukan diluar rumah, menyebabkan kerja kulit semakin ekstra, terutama disiang hari. Kulit tidak boleh sampai menemui masalah, karena bila hal itu terjadi maka kemungkinan organ di bagian dalam tubuh pun akan ikut mengalami gangguan.

Matahari memancarkan beberapa sinar yang mampu menembus ozon masuk kedalam bumi dengan panjang gelombang yang berbeda, diantaranya sinar ultraviolet A (UV A), ultraviolet B (UV B), kedua sinar tersebut dapat membahayakan jika langsung terpapar pada kulit manusia. Penelitian terhadap radiasi sinar UV B yang sampai ke bumi setelah menipisnya lapisan ozon akhir-akhir ini menunjukkan bahwa jumlahnya meningkat, dan hal ini juga menyebabkan peningkatan kanker kulit di dunia [2].

Paparan sinar ultraviolet yang berlebih dapat menjadi pemicu meningkatnya radikal bebas [3]. Pemakaian tabir surya adalah salah satu cara yang dapat digunakan untuk melindungi kulit dari paparan sinar ultraviolet. Penggunaan rutin produk ini dapat membantu mengurangi kemungkinan efek berbahaya dari radiasi sinar ultraviolet [4].

Beberapa penelitian penelitian yang telah dilakukan [5], [6] menunjukkan bahwa kandungan dalam mikroalga yaitu astaxanthin mampu memberi efek perlindungan terhadap kulit terutama dari paparan sinar UV. Astaxanthin dapat memperbaiki jaringan kolagen pada kulit yang rusak akibat paparan sinar UV. Penggunaan bahan alami bisa menjadi salah satu alternatif lain, karena zat alami dari tumbuh-tumbuhan termasuk mikroalga bertindak sebagai sumber daya potensial *photoprotective* dengan cara menyerap sinar UV [7].

Sejak tahun 1960 *Chlorella* sp sudah sangat terkenal memiliki banyak kegunaan dan nutrisi yang optimal untuk menjaga kesehatan. *Chlorella* sp merupakan alga air tawar yang bersel tunggal termasuk ke dalam Divisio Chlorophyta. *Chlorella* sp merupakan alga yang berwarna hijau, warna hijau tersebut dihasilkan oleh klorofil yang dimiliki oleh *Chlorella* sp cukup banyak disamping memiliki pigmen lain yaitu karoten dan xantofil. *Chlorella* sp memiliki fungsi sebagai antioksidan, membantu mengatasi penuaan dini, serta dapat membantu dalam detoksifikasi yang dapat digunakan sebagai bahan alami pada tabir surya yang aman digunakan untuk melindungi kulit [8].

Chlorella sp dapat digunakan sebagai zat aktif alami pada tabir surya (*sunblock*) karena memiliki karotenoid yang disebut astaxanthin. Astaxanthin adalah suatu senyawa kimia yang jauh lebih bagus dibandingkan vitamin E. Dari salah satu penelitian dijelaskan bahwa astaxanthin 500 kali lebih baik manfaatnya dibandingkan dengan vitamin E. Astaxanthin mampu melindungi kulit dari sengatan sinar UV yang membahayakan kulit [9].

Selain astaxanthin, *Chlorella* sp juga memiliki asam amino mikosporin (MAA) yang berfungsi sebagai agen *screening* UV [10]. Tabir surya dinyatakan baik dan efektif jika memiliki nilai *Sun Protection Factor* (SPF). SPF merupakan nilai kemampuan dari tabir surya (*Sunblock*) untuk melindungi kulit dari sinar UV [11].

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh sediaan krim tabir surya (*sunblock*) dengan penambahan biomassa *Chlorella* sp yang memiliki kualitas paling baik. Selain itu penelitian ini

juga bertujuan untuk mengetahui kadar biomassa *Chlorella* sp yang optimum dalam menghasilkan nilai SPF tertinggi.

Bahan dan Metode

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: lemari es, timbangan analitik (Acis, BC-600), oven, desikator, sentrifuge, spektrofotometer UV-Vis (Agilent Technologies Cary 60), viscometer brookfield, dan alat gelas, kamera digital.

Bahan yang digunakan antara lain yaitu biakan mikroalga *Chlorella* sp, medium MBB untuk mengkultur, titanium dioksida (TiO_2), gliseril monostearat, setosteril alkohol, paraben cair, metil paraben, propil paraben, butilhidroksitoluen, aquadest, etanol, olium roase.

Rancangan percobaan pada penelitian ini menggunakan RAL dengan menggunakan 9 perlakuan antara lain:

T0C1 : Biomassa *Chlorella* sp 1%

T0C3 : Biomassa *Chlorella* sp 3%

T0C5 : Biomassa *Chlorella* sp 5%

T0C7 : Biomassa *Chlorella* sp 7%

T1C0 : TiO_2 5%

T1C1 : TiO_2 5% + Biomassa *Chlorella* sp 1%

T1C3 : TiO_2 5% + Biomassa *Chlorella* sp 3%

T1C5 : TiO_2 5% + Biomassa *Chlorella* sp 5%

T1C7 : TiO_2 5% + Biomassa *Chlorella* sp 7%

Tabel 1 Rancangan Percobaan pada penelitian Produksi Tabir Surya Dengan Penambahan Biomassa *Chlorella* sp.

<i>Chlorella</i> sp	TiO_2	
	T0(0%)	T1(5%)
C0	-	T1C0
C1	T0C1	T1C1
C3	T0C3	T1C3
C5	T0C5	T1C5
C7	T0C7	T1C7

Metode

Kultivasi *Chlorella* sp

Pada penelitian ini, dilakukan pengulturan *Chlorella* sp untuk mendapatkan biomassa kering. Biakan *Chlorella* sp didapat dari ITB. Pertama dilakukan sterilisasi pada semua alat yang akan dipakai. kemudian dibuat media MBB untuk melakukan perbanyakan kultur *Chlorella* sp. *Chlorella* sp dikultur pada 50 liter media MBB, biomassa dipanen pada hari ke-7. Biomassa diendapkan dengan menggunakan flokulan yaitu NaOH sebanyak 0,06 g/L. Biomassa yang didapat kemudian dikeringkan dengan cara diangin-angin selama beberapa hari ditempat yang tertutup tapi terkena sinar matahari. Untuk mempercepat pengeringan dibantu dengan blower.

Pembuatan Krim

A. Pembuatan krim yang mengandung biomassa *Chlorella* sp

Asam stearat, setyl alkohol, parafin cair, isopropil miristat, propil paraben dan propylen glicol ditimbang dan dicampurkan pada wadah yang sama (fase minyak). Kemudian fase minyak dileburkan pada penangas air pada suhu 70°C, dimasukan BTH. Ditimbang biomassa *Chlorella* sp kemudian dimasukan kedalam fasa minyak aduk hingga homogen.

Selanjutnya metil paraben, trietanolamin dan propilen glycol ditimbang. Lalu metil paraben dimasukan kedalam gliserin, lalu trietanolamin dicampurkan diaduk hingga homogen. Masukan ke dalam aquadest kemudian diaduk hingga homogen. Fase air dengan fase minyak dicampurkan pada suhu 70°C kemudian diaduk dengan homogenizer dengan kecepatan 2000 rpm selama 30 menit.

Tabel 2 Persentase komposisi bahan dalam krim

Bahan	Krim %
Biomassa mikroalga <i>Chlorella</i> sp	disesuaikan dg perlakuan
Titanium dioksida	5
Asam stearate	5
Setil alkohol	2,5
Parafin cair	2
Isopropil miristat	3
Metil paraben	0,2
Propyl paraben	0,02
Trietanolamine	0,7
Gliseril monostearat	2
Gliserin	8
Bth	0,5
Aquadest	Sampai 100

Modifikasi [7]

B. Pembuatan krim yang mengandung biomassa mikroalga *Chlorella* sp dan titanium dioksida:

Asam stearat, setyl alkohol, parafin cair, isopropil miristat, propil paraben dan propylen glicol ditimbang (fase minyak). Bahan fase minyak dileburkan pada penangas air pada suhu 70°C, kemudian dimasukan BTH. Biomassa *Chlorella* sp, lalu dimasukan kedalam fase minyak diaduk sampai homogen.

Metil paraben, trietanolamin dan propile glycol ditimbang. Lalu metil paraben dimasukan kedalam gliserin, lalu trietanolamin dicampurkan diaduk sampai homogen. Dimasukan kedalam aquadest kemudian diaduk hingga homogen (fase air).

Fasa air dicampurkan dengan fase minyak pada suhu 70°C kemudian diaduk dengan homogenizer dengan kecepatan 2000 rpm selama 30 menit. Titanium dioksida ditimbang, kemudian dimasukan kedalam massa krim sedikit demi sedikit, aduk hingga homogen.

C. Pembuatan krim yang mengandung titanium dioksida:

Asam stearat, setyl alkohol, parafin cair, isopropil miristat, propil paraben dan propylen glicol ditimbang (fase minyak). Bahan fase minyak dileburkan pada penangas air pada suhu 70°C, kemudian dimasukan BTH.

Metil paraben, trietanolamin dan propylen glycol ditimbang. Lalu metil paraben dimasukan kedalam gliserin, lalu trietanolamin dicampurkan diaduk hingga homogen. Dimasukan kedalam aquadest kemudian diaduk hingga homogen (fasa air).

Fasa air dicampurkan dengan fasa minyak pada suhu 70°C kemudian diaduk dengan homogenizer dengan kecepatan 2000 rpm selama 30 menit. Titanium dioksida ditimbang, kemudian dimasukan kedalam massa krim sedikit demi sedikit, aduk hingga homogen.

Pengamatan

a. Evaluasi fisik sediaan krim

1) Pengamatan fisik (Organoleptis)

Krim yang telah dibuat, kemudian diamati warna, pemisah fase, terjadinya pecah pada emulsi, apakah ada bau tengik atau tidak, serta dirasakan tekstur kelembutannya langsung pada kulit manusia.

2) Pengukuran pH

Sediaan krim yang telah dibuat, diukur keadaan pHnya, dengan menggunakan pH meter.

3) Penentuan sifat alir

Sifat alir pada sediaan krim, dapat ditentukan dengan cara mengukur viskositasnya dengan menggunakan viskometer Brookfield. Nomor spindel yang sesuai kemudian dipasangkan pada alat, lalu dicelupkan pada beaker glass yang berisi sampel krim. Alat yang telah dipasang, kemudian di set kecepatannya adalah sebesar 2rpm, 4rpm, 10rpm, dan 2rpm. Pembacaan skala dengan mengamati jarum merah diposisi stabil pada setiap kecepatan.

b. Uji Stabilitas

1) Uji stabilitas pada suhu 4°C, suhu kamar, dan suhu 40±2°C (Djajadisastra, 2004)

Sediaan krim yang telah dibuat masing-masing disimpan pada suhu 4°C, suhu kamar dan suhu 40±2°C dan diukur parameter-parameter kestabilan seperti bau, warna, PH, diamati selama 4 minggu.

2) *Cycling Test*

Sampel disimpan pada suhu 4°C selama 24 jam lalu dipindahkan ke dalam oven bersuhu 40±2°C selama 24 jam, waktu selama penyimpanan dua suhu tersebut dianggap satu siklus. Uji stabilitas dilakukan sebanyak 6 siklus kemudian diamati ada tidaknya pemisahan fase dan inversi.

c. Penentuan Nilai SPF (*Invitro*)

1) Penyiapan sampel

Sampel sediaan krim yang telah dibuat dimasukan kedalam labu ukur 100 mL sebanyak ±1,0 g lalu diencerkan dengan menggunakan etanol. Larutan yang telah jadi kemudian di ultrasonikasi selama 5 menit lalu disaring menggunakan kertas saring. Buang 10 ml filtrat pertama. Kemudian, sebanyak 5 mL sampel di pipet dan dimasukan kedalam labu ukur 50 mL diencerkan dengan etanol. Diambil lagi 5 mL dengan pipet dimasukan kedalam labu ukur 25 mL. Kemudian diencerkan dengan etanol.

2) Penentuan nilai SPF (*Uji In vitro*)

Penentuan nilai SPF pada sampel krim yang sudah dibuat, dihitung menggunakan persamaan A. J. Petro yang dimodifikasi. Spektrum serapan sampel diperoleh dengan menggunakan spektrofotometer UV-vis pada panjang gelombang 290-320 nm dengan menggunakan etanol sebagai blanko. Nilai SPF dihitung terlebih dahulu dengan menghitung luas daerah dibawah kurva serapan (AUC) dari nilai serapan pada gelombang 290-320 nm dengan interval 5 nm. Nilai AUC dihitung menggunakan rumus berikut[7]:

$$[AUC] = \frac{Aa + Ab}{2} \times (dP - b)$$

Aa= Absorbansi pada panjang gelombang a nm

Ab= Absorbansi pada panjang gelombang b nm

dP_{a-b}=selisih pajang gelombang a dan b

nilai total AUC dihitung dengan menjumlahkan semua nilai AUC pada tiap segmen panjang gelombang. Nilai SPF masing-masing konsentrasi ditentukan menggunakan rumus berikut: (petro, 1981)

$$\log SPF = \frac{AUC}{\lambda_n - \lambda_1} \times 2$$

λ_n = panjang gelombang terbesar (dengan $A \geq 0,05$ untuk biomassa; dengan $A \geq 0,01$ untuk sediaan)

λ_1 = panjang gelombang terkecil (280 nm)

n-1 = interval aktivitas eritemogenik.

b. Uji Iritasi

Analisis uji iritasi pada tabir surya yang ditambahkan *Chlorellas* sp, dilakukan pada kelinci dengan berat sekitar 1,5 - 2kg. Jumlah hewan uji yang digunakan adalah sebanyak 3 ekor, dengan perlakuan sebagai berikut: bulu disekitar punggung kelinci dicukur pada 10 kotak ditandai dengan tinta. Setiap kotaknya berukuran 2x2 cm yaitu 9 bagian untuk diolesi dan 1 tempat digunakan untuk kontrol tanpa diolesi krim. Masing-masing sampel iritan sebanyak 0,5 g dioleskan pada bagian punggung kelinci yang telah dicukur tadi [12]. Tutup dengan kasa steril kemudian direkatkan dengan plester lalu dibungkus dengan perban selama 24 jam kemudian diamati, buka kasa selama kurang lebih satu jam lalu tutup kembali. Diamati kembali pada jam ke 72. Berikan skor pada setiap iritasi yang terjadi [13].

Keterangan:

Eritema

- a. Tidak ada eritema = 0
- b. Eritema sangat ringan = 1
- c. Eritema ringan = 2
- d. Eritema sedang = 3
- e. Eritema berat = 4

Edema

- a. Tidak ada edema = 0
- b. Edema sangat ringan = 1
- c. Edema ringan = 2
- d. Edema sedang = 3
- e. Edema berat = 4

Indeks Iritasi

- a. 0,00 = Tidak mengiritasi
- b. 0,04 - 0,09 = Sedikit mengiritasi
- c. 1,00 - 2,99 = Iritasi ringan
- d. 3,00 - 5,99 = Iritasi sedang
- e. 6,00 - 8,00 = Iritasi berat

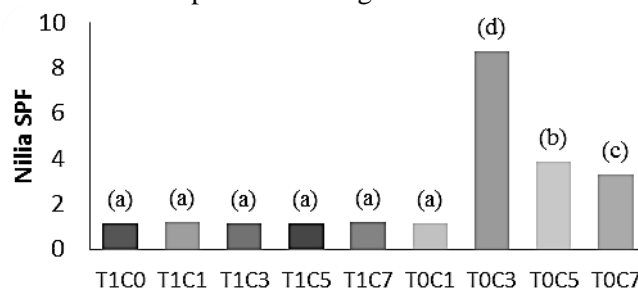
Analisis Data Untuk Penentuan Nilai SPF

Analisis data dilakukan dengan uji ANAVA menggunakan SPSS, jika ditemukan berbeda nyata akan dilakukan uji lanjut yaitu uji Duncan.

Hasil

Uji Sun Protection Factor (SPF)

Hasil pengukuran nilai SPF yang dilanjutkan dengan melakukan analisis statistik menggunakan ANAVA memperlihatkan bahwa nilai absorbansi yang didapat berbeda nyata kemudian dilakukan uji lanjut berupa uji Duncan. Berdasarkan hasil perhitungan nilai SPF berdasarkan metode A. J Petro didapati hasil sebagai berikut:



Grafik1 Pengaruh penambahan biomassa *Chlorella* sp terhadap nilai SPF pada hari terakhir pengamatan

Keterangan:

T1 : TiO₂ 5%

T0 : Tanpa TiO₂ 5%

C0 : Biomassa *Chlorella* sp 0%

C1 : Biomassa *Chlorella* sp 1%

C3 : Biomassa *Chlorella* sp 3%

C5 : Biomassa *Chlorella* sp 5%

C7 : Biomassa *Chlorella* sp 7%

Uji Iritasi

Hasil pengamatan uji iritasi dapat dilihat pada table 3, 4 dan gambar 1 berikut:

Tabel 3 Pengaruh pemberian krim pada kulit kelinci albino ditunjukkan dengan rata-rata nilai eritema dan edema pada kelinci saat uji iritasi

Kelompok Uji	Waktu Pengamatan					
	24 Jam		48 Jam		72 Jam	
	Eritema	Edema	Eritema	Edema	Eritema	Edema
Kontrol	0	0	0	0	0	0
T1C0	0	0	0	0	0	0
T1C1	0	0	0,3	0	0,7	0
T1C3	0	0	0,3	0	0,7	0
T1C5	0	0	0,3	0	0,7	0
T1C7	0	0	0,7	0	0,7	0
T0C1	0	0	0	0	0,3	0
T0C3	0	0	0	0	0,3	0
T0C5	0	0	0	0	0	0
T0C7	0	0	0,3	0	0,3	0

Keterangan :

T1 : TiO₂ 5%

T0 : Tanpa TiO₂ 5%

C0 : Biomassa *Chlorella* sp 0%

C1 : Biomassa *Chlorella* sp 1%

C3 : Biomassa *Chlorella* sp 3%

C5 : Biomassa *Chlorella* sp 5%

C7 : Biomassa *Chlorella* sp 7%

Eritema

Tidak ada eritema = 0

Eritema sangat ringan = 1

Eritema ringan = 2

Eritema sedang = 3

Eritema berat = 4

Tabel 4 Nilai Indeks Iritasi pada kulit kelinci

Kelompok Uji	Indeks Iritasi
kontrol negatif	0
T1C0	0
T1C1	0,2
T1C3	0,2
T1C5	0,2
T1C7	0,2
T0C1	0,1
T0C3	0,1
T0C5	0
T0C7	0,1

T1 : TiO₂ 5%

T0 : Tanpa TiO₂ 5%

C0 : Biomassa *Chlorella* sp 0%

C1 : Biomassa *Chlorella* sp 1%

C3 : Biomassa *Chlorella* sp 3%

C5 : Biomassa *Chlorella* sp 5%

C7 : Biomassa *Chlorella* sp 7%

Keterangan Indeks Iritasi:

a. 0,00 = Tidak mengiritasi

b. 0,004-0,99 = Sedikit mengiritasi

c. 1,00-2,99 = Iritasi ringan

d. 3,00 – 5,99 = Iritasi sedang

e. 6,00 – 8,00 = Iritasi berat



Iritasi yang timbul

Gambar 1 Iritasi yang dialami oleh kelinci pada jam ke-7

Pengamatan Fisik Krim dan Pengamatan Kestabilan Krim

Data hasil pengamatan krim dapat dilihat pada Tabel 5, 6, 7, 8, berikut:

Tabel 5 Pengamatan organoleptik krim pada minggu ke-0

Perlakuan	Warna	Bau	Tekstur
T1C0	Putih	Olium Rose	Lembut
T1C1	Hijau Terang	Olium Rose	Lembut
T1C3	Hijau	Olium Rose	Lembut
T1C5	Hijau Tua	Olium Rose	Lembut
T1C7	Hijau Tua	Olium Rose	Lembut
T0C1	Hijau Terang	Olium Rose	Lembut
T0C3	Hijau	Olium Rose	Lembut
T0C5	Hijau Tua	Olium Rose	Lembut
T0C7	Hijau Tua	Olium Rose	Lembut

Keterangan:

T1 : TiO_2 5%

T0 : Tanpa TiO_2 5%

C0 : Biomassa *Chlorella* sp 0%

C1 : Biomassa *Chlorella* sp1%

C3 : Biomassa *Chlorella* sp3%

C5 : Biomassa *Chlorella* sp 5%

C7 : Biomassa *Chlorella* sp 7%

Tabel 6 Pengaruh waktu penyimpanan terhadap perubahan warna pada krim diamati selama 4 minggu

Perlakuan	Pengamatan Warna (Skala) Berdasarkan Perbedaan Suhu $\pm 2^\circ\text{C}$											
	Minggu Ke-1			Minggu Ke-2			Minggu Ke-3			Minggu Ke-4		
	4°C	25°C	40°C	4°C	25°C	40°C	4°C	25°C	40°C	4°C	25°C	40°C
T1C0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
T1C1	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2
T1C3	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2
T1C5	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2
T1C7	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2
T0C1	1	1	3	1	1	3	1	1	3	1	1	3
T0C3	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2
T0C5	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2
T0C7	1	1	3	1	1	3	1	1	3	1	1	3

Keterangan:

T1 : TiO₂ 5%

T0 : Tanpa TiO₂ 5%

C0 : Biomassa *Chlorella* sp 0%

C1 : Biomassa *Chlorella* sp1%

C3 : Biomassa *Chlorella* sp3%

C5 : Biomassa *Chlorella* sp 5%

C7 : Biomassa *Chlorella* sp 7%

1 : Warna tidak berubah

2 : Warna berubah kekuningan

3 : Warna berubah kecoklatan

4 : warna berubah coklat pekat

Tabel 7 Pengaruh waktu penyimpanan ternadap perubahan bau pada krim diamati selama 4 minggu

Perlakuan	Pengamatan Bau (Skala) Berdasarkan Perbedaan Suhu $\pm 2^{\circ}\text{C}$											
	Minggu Ke-1			Minggu Ke-2			Minggu Ke-3			Minggu Ke-4		
	4°C	25°C	40°C	4°C	25°C	40°C	4°C	25°C	40°C	4°C	25°C	40°C
T1C0	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	2	2
T1C1	1	1	4	1	1	4	1	1	4	1	2	4
T1C3	1	1	4	1	1	4	1	1	4	1	1	4
T1C5	1	1	4	1	1	4	1	1	4	1	3	4
T1C7	1	1	4	1	1	4	1	1	4	1	2	4
T0C1	1	1	3	1	1	3	1	1	4	1	1	4
T0C3	1	1	4	1	1	4	1	1	4	1	1	4
T0C5	1	1	4	1	1	4	1	1	4	1	1	4
T0C7	1	1	4	1	1	4	1	1	4	1	3	4

Keterangan:

T1 : TiO₂ 5%

T0 : Tanpa TiO₂ 5%

C0 : Biomassa *Chlorella* sp 0%

C1 : Biomassa *Chlorella* sp1%

C3 : Biomassa *Chlorella* sp3%

C5 : Biomassa *Chlorella* sp 5%

C7 : Biomassa *Chlorella* sp 7%

1 : Bau parfum olium rose

2 : Tidak Berbau

3 : Agak Tengik

4 : Tengik

5 : Sangat Tengik

Tabel 8 Pengaruh waktu penyimpanan terhadap perubahan tekstur krim diamati selama 4 minggu

Perlakuan	Pengamatan Tekstur (Skala) Berdasarkan Perbedaan Suhu $\pm 2^{\circ}\text{C}$											
	Minggu Ke-1			Minggu Ke-2			Minggu Ke-3			Minggu Ke-4		
	4°C	25°C	40°C	4°C	25°C	40°C	4°C	25°C	40°C	4°C	25°C	40°C
T1C0	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	2
T1C1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	2
T1C3	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	2
T1C5	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	2
T1C7	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	2
T0C1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	2
T0C3	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	2
T0C5	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	2
T0C7	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	2

Keterangan:

T1 : TiO₂ 5%

T0 : Tanpa TiO₂ 5%

C0: Biomassa *Chlorella* sp 0%

C1 : Biomassa *Chlorella* sp1%

C3 : Biomassa *Chlorella* sp3%

C5 : Biomassa *Chlorella* sp 5%

C7 : Biomassa *Chlorella* sp 7%

1 : Lembut

2 : Agak keras

3: Keras

Pengamatan pH

Hasil pengamatan pengukuran pH dapat dilihat pada table 9, dan 10 sebagai berikut:

Tabel 9 Tabel nilai pH pada minggu ke-0

Perlakuan	Minggu ke-0 (suhu $\pm 2^{\circ}\text{C}$)		
	4 $^{\circ}\text{C}$	25 $^{\circ}\text{C}$	40 $^{\circ}\text{C}$
T1C0	6,0	6	6,0
T1C1	6,0	6	6,0
T1C3	6,0	6,7	6,2
T1C5	6,4	6	6,2
T1C7	7,0	6,7	6,3
T0C1	7,0	7	6,7
T0C3	6,8	6,8	7,0
T0C5	7,0	6,5	6,8
T0C7	6,8	6,7	7,0

Tabel 10 Pengaruh waktu penyimpanan terhadap perubahan pH krim diamati selama 4 minggu

Perlakuan	Pengamatan Ph Berdasarkan Perbedaan Suhu $\pm 2^{\circ}\text{C}$											
	Minggu Ke-1			Minggu Ke-2			Minggu Ke-3			Suhu		
	4 $^{\circ}\text{C}$	25 $^{\circ}\text{C}$	40 $^{\circ}\text{C}$	4 $^{\circ}\text{C}$	25 $^{\circ}\text{C}$	40 $^{\circ}\text{C}$	4 $^{\circ}\text{C}$	25 $^{\circ}\text{C}$	40 $^{\circ}\text{C}$	4 $^{\circ}\text{C}$	25 $^{\circ}\text{C}$	40 $^{\circ}\text{C}$
T1C0	6,0	6	6,7	6,0	6	5,8	6,0	6	5,5	6,0	6,5	5,5
T1C1	6,2	6,2	5,7	6,0	6,5	5,5	6,0	6,3	5,5	6,5	6,5	5,5
T1C3	6,2	6,5	5,8	6,3	6,5	6,5	6,5	6,8	6,0	6,7	7	5,8
T1C5	6,3	6,5	6,3	6,8	6,7	6,7	6,5	6,5	6,3	6,7	6,8	5,7
T1C7	7,0	6,7	6,0	6,8	6,8	6,3	7,0	7	6,0	7,0	7	5,8
T0C1	7,0	7	6,7	6,8	7	6,0	7,0	7	6,0	7,0	7	6,0
T0C3	7,0	6,8	6,5	6,8	7	6,2	6,8	7	5,8	7,0	7	5,8
T0C5	7,0	7	6,5	7,0	7	6,5	7,0	7	6,2	7,0	7	6,0
T0C7	7,0	6,8	7,0	7,0	7	6,5	7,0	7	6,3	7,0	7	6,5

Keterangan:

T1 : TiO_2 5%

T0 : Tanpa TiO_2 5%

C0 : Biomassa *Chlorella* sp 0%

C1 : Biomassa *Chlorella* sp 1%

C3 : Biomassa *Chlorella* sp 3%

C5 : Biomassa *Chlorella* sp 5%

C7 : Biomassa *Chlorella* sp 7%

Hasil pengamatan cycling test dapat dilihat pada Tabel 11 berikut :

Pengamatan	Perlakuan								
	T1C0	T1C1	T1C3	T1C5	T1C7	T0C1	T0C3	T0C5	T0C7
Warna	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Bau	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,3	2,0	2,0	2,0
Tekstur	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
PH	5,5	6,0	6,2	6,3	6,0	7,0	7,0	7,0	7,0

Keterangan:

T1 : TiO_2 5%

T0 : Tanpa TiO_2 5%

C0 : Biomassa *Chlorella* sp 0%

C1 : Biomassa *Chlorella* sp 1%

C3 : Biomassa *Chlorella* sp 3%

C5 : Biomassa *Chlorella* sp 5%

C7 : Biomassa *Chlorella* sp 7%

Warna 1 : Warna tidak berubah

2 : Warna berubah kekuningan

3: Warna berubah kecoklatan

4 : warna berubah coklat pekat

Tekstur : 1. Lembut

2. Agak keras

3. Keras

Bau 1 : Bau parfum olium rose

2 : Tidak Berbau 5 : Sangat Tegik

3 : Agak Tengik

4 : Tengik

Pembahasan

Pada pengamatan SPF, berdasarkan grafik 1 nilai SPF paling tinggi adalah pada krim dengan konsentrasi biomassa *Chlorella* sp 3% tanpa penambahan TiO_2 5% yaitu mencapai SPF 8,710. Nilai SPF yang dikatakan memberikan perlindungan adalah berkisar antara 2-100. Rentang nilai SPF dari 2-10 merupakan rentang SPF yang memberikan perlindungan rendah [14]. Sedangkan pada konsentrasi T1C0, T1C1, T1C3, T1C7, dan T0C1 hanya menunjukkan nilai SPF kurang dari 2 sehingga tidak dapat memberikan perlindungan dari sinar UV.

Sediaan krim tabir surya dengan penambahan biomassa *Chlorella* sp memiliki nilai SPF lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol positif dengan menggunakan TiO_2 5%. Pigmen dari mikroalga *Chlorella* sp sangat baik dalam menangkal radiasi sinar ultraviolet, hal tersebut disebabkan oleh MAA dan juga astaxantin yang dimiliki oleh *Chlorella* sp.

Mengamatan selanjutnya yang dilakukan adalah pengujian iritasi yang dilakukan pada kelinci. Kelinci yang dijadikan bahan percobaan merupakan kelinci albino dengan berat yang seragam dan ukuran badan yang hampir sama. Kelinci yang telah dicukur rambut bagian punggungnya diberi plot dengan cara memberi kotak dan ditandai untuk setiap kotak yang akan diolesi oleh masing-masing sampel krim. Kulit kelinci yang telah dioles krim kemudian dibungkus dengan kasa steril.

Uji iritasi menggunakan kelinci merupakan jenis dari uji iritasi primer, jika terdapat tanda-tanda iritasi pada kulit hewan uji maka ada kemungkinan mengiritasi pula pada kulit manusia. Berdasarkan gambar 1 pada kelinci yang ke-2 dan kelinci ke-3 terdapat iritasi yang berdiameter kurang dari 25mm pada plot yang diolesi oleh krim T0C1. Hasil perhitungan indeks iritasi menunjukkan nilai dari setiap kelinci percobaan yang diolesi krim menunjukkan hasil sedikit mengiritasi yaitu rentang 0,04-0,99. Pada kontrol negatif tanpa perlakuan dan juga pada perlakuan T0C5 tidak menunjukkan reaksi (0). Rata-rata yang paling banyak mengiritasi berdasarkan nilai indeks yaitu pada krim dengan menggunakan TiO_2 dan biomassa *Chlorella* sp. Sedangkan pada krim yang hanya menggunakan biomassa *Chlorella* sp lebih sedikit mengiritasi.

Uji lainnya yang dilakukan adalah pengamatan pada fisik krim. Pengamatan fisik krim pada minggu ke-0 yaitu pada saat setelah pembuatan menunjukkan sifat krim yang lembut, tercampur dengan baik antara basis krim dengan *Chlorella* sp, setengah padat, serta nyaman dioleskan pada kulit dan tidak lengket.

Warna pada krim yang dihasilkan memiliki tingkatan warna hijau sesuai dengan banyaknya jumlah biomassa *Chlorella* sp yang ditambahkan pada krim tabir surya. Bau olium rose dihasilkan dari penambahan parfum pada saat pembuatan krim tabir surya.

Berdasarkan Tabel 6 Perubahan pada warna tidak dialami pada krim yang disimpan pada suhu 4°C dan juga pada suhu kamar ($25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$). Perubahan pada warna cenderung terjadi pada krim yang disimpan pada suhu 40°C. Perubahan sudah ditunjukkan mulai minggu pertama yaitu warna asalnya menjadi kekuningan pada semua formula kecuali pada formula dengan perlakuan titanium dioksida 5%, tetapi warnanya menunjukkan perubahan pada minggu ke-4.

Krim tabir surya dengan formulasi titanium dioksida 5% memiliki warna yang stabil dibandingkan dengan Krim tabir surya formula yang lain. Hal ini sesuai dengan pernyataan Schalka[15] dalam jurnalnya, bahwa titanium dioksida adalah zat kimia sintesis yang mampu menjadi UV filter dan memiliki sifat stabil terhadap perubahan suhu atau panas.

Pada formula krim titanium dioksida 5% ditambah biomassa *Chlorella* semua konsentrasi mengalami perubahan. Kemungkinan ketidak stabilannya dipengaruhi oleh biomassa *Chlorella* sp yang cenderung mengalami oksidasi jika disimpan pada suhu tinggi. Pada minggu terakhir pengamatan semua warna krim berubah menjadi kekuningan.

Selain perubahan warna, bau pada krim juga diamati sebagai indikator kestabilan fisik, bau pada krim tabir surya yang dibuat pada penelitian kali ini adalah bau parfum olium rose. Parfum tersebut ditambahkan pada saat pembuatan krim, sedangkan bau krim tanpa ditambahkan parfum yaitu tidak berbau. Penambahan parfum pada basa krim membantu melarutkan biomassa

Chlorella sp agar homogen dengan basis krim. Karena bentuk olim rose adalah minyak, dan biomassa *Chlorella* sp merupakan zat yang larut dalam minyak.

Dari semua krim yang diamati, krim pada suhu 4°C tidak mengalami perubahan. Pada suhu kamar perubahan bau terjadi pada minggu ke-4. Perlakuan krim yang baunya stabil pada penyimpanan suhu ruang adalah krim dengan perlakuan titanium dioksida 5% ditambah biomassa *Chlorella* 3%. Pada krim dengan penambahan *Chlorella* sp baunya cukup stabil hingga minggu ke-4, kecuali pada konsentrasi biomassa *Chlorella* sp 7%. Perubahan bau yang paling menyengat yaitu pada suhu 40°C. Perubahan bau tersebut dapat disebabkan karena terpengaruh secara kimia maupun biologis. Pada suhu 4°C dan juga suhu kamar tidak menunjukkan adanya perubahan bau, menjadi tengik hanya saja wangi parfumnya yang mulai menghilang pada minggu terakhir pengamatan.

Berdasarkan data pada Tabel 8 perubahan tekstur terlihat pada suhu 40°C terjadi pada minggu ke-2. Hal tersebut dimungkinkan karena terjadi penguapan pada sampel krim tabir surya tersebut.

Pengamatan selanjutnya adalah pengamatan pH. Dari hasil pengukuran pH masing-masing perlakuan, diperoleh pH antara 5.5 – 7. Hasil Pengamatan pH dapat dilihat pada Tabel 11 Secara umum dapat terlihat bahwa nilai pH krim tabir surya (*sunblock*) cenderung asam. Hal tersebut disebabkan oleh biomassa *Chlorella* sp yang mengandung vitamin C sehingga mempengaruhi kondisi krim menjadi lebih asam. Penyebab dari perubahan pH bisa juga disebabkan oleh oksidasi dari bahan. Rentang pH fisiologis kulit yaitu berkisar antara 4-7 [16]. Untuk menguji kualitas fisik krim juga dilakukan pengujian pada sifat alir atau viskositas. Pengujian viskositas erat kaitannya dengan efektivitas krim karena dapat menunjukkan kemampuannya melekat pada kulit [11]. Seluruh krim tidak mengalami penurunan viskositas dari minggu pertama pembuatan sampai pada minggu ke-4.

Dari hasil pengujian *cycling test*, krim *sunblock* yang hanya menggunakan *Chlorella* sp tanpa ditambahkan dengan TiO₂ mengalami perubahan warna menjadi agak kekuningan pada siklus ke-6. Sedangkan yang ditambahkan dengan TiO₂ terlihat lebih stabil.

Kesimpulan

1. Semua krim memiliki kualitas yang relatif baik berdasarkan parameter uji kestabilan yaitu:
 - a. Semua krim memiliki nilai indeks iritasi yang kecil (sedikit mengiritasi) pada kulit kelinci, artinya krim tersebut aman digunakan oleh manusia.
 - b. Nilai pH pada krim yang dibuat berkisar antara 5,5 – 7 sesuai dengan pH kulit.
 - c. Keadaan fisik krim rata-rata tidak mengalami perubahan selama pengamatan dilakukan.
2. Nilai SPF pada krim tabir surya (*sunblock*) dengan penambahan biomassa *Chlorella* sp mengalami peningkatan dibandingkan dengan krim tabir surya yang tidak ditambahkan biomassa *Chlorella* sp. Nilai SPF paling tinggi yaitu pada krim dengan biomassa *Chlorella* Sp 3% tanpa penambahan titanium dioksida (T0C3).

Daftar Pustaka

- [1] Chaeri, Achmad. 2005. *Struktur Hewan*. Universitas Terbuka: Jakarta.
- [2] Eko Cahyono, W. 2005. *Dampak Peningkatan Radiasi Ultraviolet B Terhadap Manusia*. Lapan : Peneliti Bidang Pengkajian Ozon Dan Polusi Udara.
- [3] Gaiba, Silvana., et al. 2012. *Biological Effects Induced by Ultraviolet Radiation in Human Fibroblasts*. Brazil. www. IntechOpen.com.
- [4] Abreu, Elizângela Dutra., et al . 2004. *Determination of sun protection factor (SPF) of sunscreens by ultraviolet spectrophotometry* .Departamento de Farmácia, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo: Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences vol. 40, n. 3, jul./set.

- [5] Anom, Made Rusmiasih. 2011. *Pemberian Astaxanthin Gel Melindungi Kulit Terhadap Proses Penuaan Dini Akibat Paparan Sinar Uvb Dengan Menurunkan Ekspresi Mmp-1 Pada Kultur Fibroblast*. Tesis. Program Pasca Sarjana Universitas Udayana. Denpasar.
- [6] Fretes, Helly de., Susanto, AB., Prasetyo, Budhi., Limantara, Lenawati. 2012. *Karotenoid Dari Makroalga Dan Mikroalga*. (Jurnal). J.Teknologi&Industri pangan, vol XXIII No.2.
- [7] Setiawan, Tri. 2010. *Uji Stabilitas Fisik dan Penentuan Nilai SPF Krim Tabir Surya yang Mengandung Ekstrak Daun Teh Hijau (Camelia Sinensis L.), Oktil Metoksinamat dan Titanium Dioxida*. [skripsi]. UI.
- [8] Haeley, Joe BA(OU)., DipION, MCTha, Quaified Nutrition. 2010. *Detoxification with Chlorella*. PDF created with pdfFactory trial version www.pdffactory.com.
- [9] Drake, Karen S., 2014. *Food And Nutrition That Boost Your Skin's Antioxidant Protection Against UV Radiation*. www.drfranklipman.com/Natural-sun-protection/. [Diakses pada 19 juli 2014].
- [10] Chalid, Yadiat Sri., Amini, Sri., Lestari., Suci Dewi., 2013. *Kultivasi Chlorella sp Pada Media Tumbuh yang Diperkaya Dengan Pupuk Anorganik dan Soil Extract*.
- [11] Zulkarnain, Abdul Karim., Ernawati, Novi., Sukardani, Nurul Ikka. 2013. *Aktivitas Amilum Bengkuang (Pachyrrizus Erosus L. Urban) Sebagai Tabir Surya Pada Mencit dan Pengaruh Kenaikan Kadarnya Terhadap Viskositas Sediaan*. Faculty of Pharmacy UGM. Yogyakarta. Vol.18 (1),p 1-8. ISSN: 1410-5918.
- [12] Irsan, Marianti A., et al. 2013. *Uji Iritasi Krim Antioksidan Ekstrak Biji Lengkeng (Euphoria longana Stend) Pada Kulit Kelinci (Oryctolagus cuniculus)*. Makalah Farmasi dan Farmakologi, vol. 17, No.2, hlm. 55-60 (ISSN : 1410-7031).
- [13] Ditjen POM. (1985). *Formularium Kosmetika Indonesia*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI. Hal. 83-86, 195-197.
- [14] Schalka, Sergio., Reis, Vitor M Anoel SD. 2011. *Sun Protection Factor: Meaning And Controversios*. review. An Bras Dermatol. 86(3):507-15. Brazil.
- [15] Anief, M. 2007. *Farmasetika*, Cetakan keempat. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. Hal. 156-181.

FT-16

Uji Toksisitas Air Limbah Domestik Hasil Fitoremediasi Menggunakan *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms dan *Pistia stratiotes* L. Terhadap *Cyprinus carpio* L.

Tony Sudjarwo^{1,a)}, Nisyawati¹, Nia Rossiana², Wibowo Mangunwardoyo¹

¹Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia

²Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran

^{a)} tonysdj06@gmail.com

Abstrak. Penelitian uji toksisitas telah dilakukan untuk mengetahui toksisitas air limbah domestik hasil fitoremediasi *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms dan *Pistia stratiotes* L. Hewan uji yang digunakan *Cyprinus carpio* L. Bahan diperoleh dari hasil fitoremediasi air limbah domestik outlet kolam anaerob, fakultatif dan maturasi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Bojongsoang Bandung menggunakan *E. crassipes* dan *P. stratiotes* selama 14 hari. Metode uji toksisitas akut statik, hewan uji 10 ekor benih *C. carpio* selama 96 jam, dengan ulangan 3 kali. Uji toksisitas sub akut dilakukan terhadap konsumsi oksigen *C. carpio* selama 4 hari. Hasil penelitian menunjukkan persentase mortalitas *C. carpio* meningkat pada hasil fitoremediasi *E. crassipes* dengan nilai tertinggi 93,8% di maturasi. Nilai LC₅₀ *C. carpio* tertinggi pada hasil *P. stratiotes* di fakultatif yaitu 12.739,49, ATU terkecil 0,01 dan efisiensi toksisitas tertinggi 97,89%. Nilai tertinggi laju konsumsi oksigen *C. carpio* 0,28 mg/g bb/jam hasil fitoremediasi *E. crassipes* di fakultatif. Hasil fitoremediasi air limbah domestik toksik rendah dan meningkatkan laju konsumsi oksigen *C. carpio* dengan fitoremediasi *E. crassipes*.

Kata kunci: akut, *Cyprinus carpio*, konsumsi oksigen, statik, sub akut.

Pendahuluan

Hasil fitoremediasi menggunakan tanaman *E. crassipes* dan *P. stratiotes* dapat menurunkan nitrat, kekeruhan, BOD, TSS dan fosfat air limbah domestik. Nilai efisiensinya terbesar ke terkecil adalah nitrat 98,41%, kekeruhan 97,20%, BOD 96,70%, TSS 96,34% dan fosfat 86,14% [1]. Potensi *E. crassipes* dan *P. stratiotes* tersebut karena keduanya mempunyai sistem perakaran serabut dengan banyak cabang lateral sehingga memperluas dan meningkatkan permukaan penyerapan.

Uji toksisitas sangat diperlukan untuk menilai mutu air limbah domestik sebelum dan sesudah perlakuan fitoremediasi. *Cyprinus carpio* digunakan sebagai hewan uji untuk mewakili organisme tingkat trofi 3 dan 4 di dalam ekosistem perairan tawar [2], di antaranya digunakan pada uji efek logam berat merkuri, tembaga dan kadmium terhadap konsumsi oksigen, baik secara tunggal maupun kombinasi [3]; perairan yang terpolusi nitrogen [4] [5], tembaga dan kadmium [6].

Uji toksisitas meliputi uji toksisitas akut dan kronis. Pada *C. carpio* uji toksisitas dapat dilanjutkan dengan uji toksisitas sub akut laju konsumsi oksigen. Parameter yang diamati meliputi jumlah dan laju konsumsi oksigen setiap hari, serta morfologi tubuh ikan.

Uji toksisitas akut dan sub akut dilakukan untuk mengetahui pengaruh polutan terhadap morfologi dan fisiologi spesies uji. Uji toksisitas pada *C. carpio* menyebabkan kematian tahap embrio dan larva oleh diazinon [7] dan sipermetrin piretroid sintetis [8], pestisida menghambat pertumbuhan dan mengganggu kelangsungan hidup [9]; organofosfat (dimethoat) memengaruhi respon perilaku [10], air limbah tempat pembuangan sampah mengganggu perilaku meliputi aktivitas umum, hilangnya keseimbangan, kesulitan bernapas, sekresi mukosa berlebihan, dan berkumpul di permukaan untuk bernapas [11]; dan profenofos memengaruhi pola perilaku sirip ikan mas [12], air limbah penyulap tekstil dapat mengakibatkan kematian 100% [13]; air limbah tekstil dengan efisiensi total 69,16% [14].

Bahan dan Metode

Air limbah domestik diperoleh dari outlet kolam anaerob, fakultatif dan maturasi di IPAL Bojongsoang, Bandung. Selanjutnya, dilakukan fitoremediasi air limbah domestik menggunakan *E. crassipes* dan *P. stratiotes* selama 10 hari. Benih *C. carpio* dengan berat 0,3–0,5 g, panjang $\pm 1,5$ cm berumur 14–21 hari disiapkan dari pusat pembenihan rakyat di kampung Andir, Ciparay, Kabupaten Bandung. *Cyprinus carpio* yang digunakan sebagai hewan uji diaklimatisasi dalam akuarium 10 L berisi air bersih dengan aerator selama 48 jam.

Kondisi uji toksisitas akut: suhu $25 \pm 2^\circ\text{C}$; tanpa aerasi; tanpa diberi makanan; pH antara 6–8,5; pencahayaan 400–800 lux; 12 ± 1 jam terang dan 12 ± 1 jam gelap [2]. Penilaian toksisitas akut terhadap limbah berdasarkan klasifikasi nilai LC_{50} menurut [15].

Rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari dua tahap, yaitu *range finding test* (RFT) dan *definitive test* (DT). RFT dan DT dilakukan dengan metode uji toksisitas statik. Prosedur uji menggunakan *Methods for Measuring the Acute Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Freshwater and Marine Organisms* [2].

Range Finding Test (RFT) dilakukan pada 10 ekor *C. carpio* di dalam akuarium 10 L selama 48 jam. Mortalitas yang diketahui dari keduanya digunakan untuk menentukan seri konsentrasi uji toksisitas akut dan sub akut *C. carpio* berdasarkan konversi seri logaritma konsentrasi yang dimodifikasi Rocchini *et al.* (1982) dalam *Environmental Protection Series* [16]. Rentang konsentrasi terletak antara 1–10% atau 10–100%, selanjutnya diambil lima konsentrasi di antaranya.

Definitive Test (DT), 10 ekor *C. carpio* dimasukkan ke dalam akuarium uji yang diisi air limbah domestik dari *outlet* kolam anaerobik, fakultatif dan maturasi sebelum dan hasil perlakuan fitoremediasi dengan seri konsentrasi dari *Range Finding Test* (RFT), masing-masing sebanyak 10 L. Pengujian dilakukan selama 96 jam 3 kali ulangan. Parameter pengamatan meliputi mortalitas *C. carpio*, LC_{50} , ATU, efisiensi dan morfologi.

Pengujian toksisitas akut dihitung Unit Toksisitas Akut (*Acute Toxicity Unit*, ATU), efisiensi masing-masing unit $\text{ATU} = \frac{100}{\text{LC}_{50}}$ (v/v) dimana: ATU = Unit Toksisitas Akut (*Acute Toxicity Unit*); LC_{50} = Konsentrasi yang mematikan 50% populasi hewan uji. Efisiensi total menggunakan persamaan dari [17]: $R = \left(\frac{\text{ATU}_i - \text{ATU}_e}{\text{ATU}_i} \right) \times 100$; dimana: R = efisiensi toksisitas; ATU_i = ATU influen (sebelum fitoremediasi); ATU_e = ATU efluen (hasil fitoremediasi).

Uji toksisitas sub akut laju konsumsi oksigen *C. carpio* dilakukan sesuai prosedur uji toksisitas akut dengan parameter yang diamati meliputi oksigen terlarut pada jam ke-0 dan ke-96. Selain itu diamati pula kondisi mata serta insang. Laju konsumsi oksigen dihitung menggunakan persamaan [18]: $\text{MO}_2 = \left(\frac{[\text{CO}_2(\text{A}) - \text{CO}_2(\text{B})] \times V}{T} \right) \times W$, dimana: MO_2 = laju konsumsi oksigen (mg/g bb/jam); CO_2 (A) = konsentrasi oksigen terlarut sebelum pengujian (mg O_2/L); CO_2 (B) = konsentrasi oksigen terlarut hasil pengujian (mg O_2/L); V = volume larutan uji (mL); T = lama waktu pengujian (jam); W = berat badan (g).

Hasil dan Pembahasan

Hasil RFT menunjukkan mortalitas *C. carpio* pada konsentrasi 100% rata-rata 10 ekor di anaerob, 2 ekor di fakultatif dan maturasi. Konversi terhadap deret logaritma dari [16] rentang 10% sampai 100% diperoleh lima konsentrasi untuk pengujian *Definitive Test*, yaitu 15%, 22%, 32%, 46% dan 68%. Hasil tersebut menunjukkan pula air limbah domestik sebelum fitoremediasi termasuk kategori toksik rendah sampai moderat/sedang [15].

Persentase mortalitas rata-rata *C. carpio* sebelum fitoremediasi air limbah domestik di kolam anaerob 58,0%, fakultatif 64,6% dan maturasi 64,6%. Persentase mortalitas meningkat di semua kolam pada air limbah domestik hasil fitoremediasi menggunakan *E. crassipes* di kolam anaerob 92,6%, fakultatif 86,0% dan maturasi 93,8%, serta menggunakan *P. stratiotes* kolam anaerob 61,4%, fakultatif 65,6% dan maturasi 65,4% (Tabel 1).

Tabel 1. Persentase mortalitas *Definitive Test* air limbah domestik sebelum dan hasil fitoremediasi terhadap *C. carpio*.

Air Limbah Domestik	Konsentrasi (%)	Persentase Mortalitas <i>C. carpio</i> (%)		
		Sebelum Fitoremediasi menggunakan <i>E. crassipes</i> dan <i>P. stratiotes</i>	Hasil Fitoremediasi menggunakan <i>E. crassipes</i>	Hasil Fitoremediasi menggunakan <i>P. stratiotes</i>
Kontrol	0	6	7	7
Anaerob	15	43	100	67
	22	67	100	67
	32	57	93	53
	46	53	83	60
	68	70	87	60
	Rata-rata	58,0	92,6	61,4
Fakultatif	15	73	83	67
	22	57	80	67
	32	63	90	67
	46	67	80	60
	68	63	97	67
	Rata-rata	64,6	86,0	65,6
Maturasi	15	63	100	67
	22	60	90	60
	32	63	93	60
	46	70	93	67
	68	67	93	73
	Rata-rata	64,6	93,8	65,4

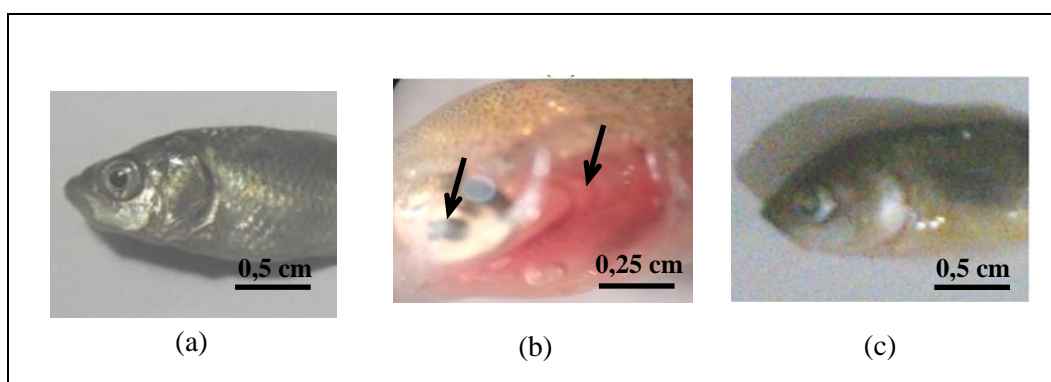
Persentase mortalitas *C. carpio* pada air limbah domestik sebelum fitoremediasi (58-64,6%) menunjukkan lebih rendah dibandingkan dengan hasil fitoremediasi menggunakan *E. crassipes* (86-93,8%) dan *P. stratiotes* (61,4-65,6%). Kandungan amonia tertinggi di kolam anaerob, sementara itu amonia bersifat racun sehingga *C. carpio* sulit hidup di kolam anaerob. Kandungan fosfat tinggi di fakultatif dan maturasi mengakibatkan *C. carpio* tidak dapat bertahan hidup karena mengalami cekaman.

Peningkatan persentase mortalitas *C. carpio* dalam air limbah domestik hasil fitoremediasi menunjukkan rhizofiltrasi *E. crassipes* dan *P. stratiotes* terhadap kandungan polutan nitrat dan fosfat di dalam air limbah domestik bernilai efisiensi tinggi. Efisiensi fitoremediasi air limbah domestik menggunakan *E. crassipes* menurunkan 98,41% nitrat dan 83,14% fosfat, sedangkan *P. stratiotes* menurunkan 90,00% nitrat dan 61,87% fosfat [1].

Penyerapan nitrat dan fosfat melalui insang *C. carpio* berlangsung pada tiga tahap, yaitu pengantaran pada insang, difusi melalui epitelium insang dan penghilangan oleh darah yang dipengaruhi aliran dan tingkat viskositas darah [19]. Polutan nitrat dan fosfat di dalam air limbah domestik, dapat menunjukkan tingkat toksisitasnya dengan cara gangguan membran sel, efek steroid dan dalam beberapa kasus secara langsung merusak DNA sehingga mengalami mutasi [20].

Pengujian air limbah domestik hasil fitoremediasi menggunakan *E. crassipes* dan *P. stratiotes* menunjukkan dapat meningkatkan nilai DO. Peningkatan nilai DO air limbah domestik sebelum dan hasil fitoremediasi di kolam anaerob dari 2,0 mg/L menjadi 4,3 mg/L dan 4,5 mg/L, kolam fakultatif dari 3,6 mg/L menjadi 4,3 mg/L dan 4,5 mg/L, sedangkan kolam maturasi dari 2,9 mg/L menjadi 4,17 mg/L. Peningkatan nilai DO tersebut terjadi akibat penyerapan oksigen berlangsung terus, sementara penggunaan oksigen oleh mikroorganisme yang merombak bahan organik di dalam air limbah domestik berkurang. Keadaan tersebut berkaitan dengan berkurangnya bahan organik atau polutan air limbah domestik hasil dilakukan fitoremediasi oleh *E. crassipes* dan *P. stratiotes*.

Morfologi *C. carpio* (Gambar 1) di dalam air limbah domestik sebelum fitoremediasi menunjukkan perubahan pada mata dan insang. Mata *C. carpio* lebih menonjol ke arah luar yang disertai bintik putih pada korneanya dan warna insang lebih merah. Hal tersebut akibat terjadinya kekurangan oksigen dan asidosis [21]. Konsekuensinya gerakan insang lebih cepat untuk memenuhi kebutuhan metabolik terhadap oksigen [19]. Kondisi morfologi ikan mas di dalam air limbah domestik hasil fitoremediasi tidak mengalami perubahan. Hal tersebut menunjukkan air limbah domestik menjadi lebih baik.



Gambar 1. Morfologi mata dan insang *C. carpio*, (a) normal, (b) dalam air limbah domestik sebelum fitoremediasi, kondisi mata lebih menonjol dan insang lebih merah (tanda panah); dan (c) dalam air limbah domestik hasil fitoremediasi, kondisi normal.

Respon *C. carpio* di dalam air limbah domestik sebelum dan hasil fitoremediasi khas menuju mortalitas. Paparan polutan air limbah membentuk pola perilaku tertentu *C. carpio*. Respon tersebut yaitu melakukan gerakan berenang tak menentu, berkurangnya kegesitan gerakan, posisi di permukaan meningkat dan laju operkulum berkurang [10].

Nilai DO air limbah domestik hasil fitoremediasi lebih tinggi dibandingkan dengan sebelumnya dan lebih banyak mengandung oksigen terlarut. Nilai DO air ditentukan oleh kandungan bahan organik dan kompetisi penggunaan oleh organisme air. Bahan organik yang lebih tinggi di anaerob menyebabkan tingginya BOD. BOD tinggi menunjukkan aktivitas perombakan bahan organik tinggi. Bakteri perombak bahan organik, seperti bakteri nitrifikasi, lebih banyak menggunakan oksigen. Di samping itu, keberadaan partikel-partikel bahan organik mengurangi luas permukaan yang memungkinkan oksigen terlarut ke dalamnya. Oleh karena itu, aktivitas mikroorganisme dan keberadaan partikel bahan organik menyebabkan DO air limbah domestik sebelum fitoremediasi lebih rendah dibandingkan hasil fitoremediasi, terutama di kolam anaerob.

Paparan polutan air limbah mengakibatkan *C. carpio* menyekresikan lendir berlebih dari membran selaput lendir tubuh serta tidak mampu memelihara postur tubuh normal dan keseimbangan dengan peningkatan waktu [10]. Nitrit yang merupakan produk antara amonium dan nitrat air limbah domestik dan lebih bersifat toksik dibanding amonia dan nitrat, terakumulasi di dalam darah *C. carpio* pada konsentrasi yang lebih tinggi dari lingkungannya [22]. Mekanisme berikutnya, sistem peredaran darah akan menyebarkan ke seluruh sel target tubuh dan mengakumulasinya sehingga seluruh bagian akan terkena pengaruh toksik nitrit. Morfologi *C. carpio* yang sering tampak terpengaruh meliputi mata, insang dan sisik. Mata mengalami kerusakan atau pengeruhan kornea dan lebih menonjol akibat tekanan osmosis cairan mata lebih tinggi dari lingkungannya. Insang akan lebih banyak darah karena protein hemoglobin eritrosit akan lebih banyak menahan ion-ion polutan yang masuk melalui insang. Sisik atau kulit mengalami kerusakan atau iritasi karena akumulasi polutan merusak strukturnya [23].

Nilai LC₅₀ air limbah domestik terhadap *C. carpio* sebelum fitoremediasi kebanyakan lebih rendah dibandingkan dengan hasil fitoremediasi, kecuali pada fakultatif hasil fitoremediasi menggunakan *E. crassipes* (Tabel 2). Nilai LC₅₀ sebelum fitoremediasi di kolam anaerob 15,29, fakultatif 269,25 dan maturasi 1,31. Hasil fitoremediasi menggunakan *E. crassipes* di kolam anaerob 37,14, fakultatif 11,91 dan maturasi 18,38. Hasil fitoremediasi menggunakan *P. stratiotes* di kolam anaerob 15,51, fakultatif 12.739,49 dan maturasi 38,51. Nilai LC₅₀ tertinggi pada air limbah domestik dari kolam fakultatif hasil fitoremediasi *P. stratiotes* yaitu 12.739,49. Semakin tinggi nilai LC₅₀ air limbah domestik, semakin rendah toksisitas air limbah domestik tersebut. Oleh karena itu, air limbah domestik hasil fitoremediasi tersebut lebih kecil toksisitasnya dan berdasarkan persentase hidup organisme menurut Sponza [15] termasuk kategori rendah. Kandungan polutan air limbah domestik berkurang karena efisiensi tinggi terhadap TSS (96,34%), kekeruhan (97,20%), BOD (96,70%), nitrat (98,41%) dan fosfat (86,14%) [1].

Tabel 2 LC₅₀, Acute Toxicity Unit (ATU) dan efisiensi Definitive Test air limbah domestik sebelum dan hasil fitoremediasi terhadap *C. carpio*.

Air Limbah Domestik	LC ₅₀ <i>C. carpio</i>			Acute Toxicity Unit (ATU)			Efisiensi (%)	
	EP	EC	PS	EP	EC	PS	EP-EC	EP-PS
Anaerob	15,29	37,14	15,51	6,54	2,69	6,45	58,83	1,42
Fakultatif	269,25	11,91	12739,49	0,37	8,40	0,01	-21,70	97,89
Maturasi	1,31	18,38	38,51	14,20	5,44	2,60	61,70	81,72
Rata-rata	95,28	22,48	4264,50	7,04	5,51	3,02	-680,06	60,34

Keterangan:

EP=Sebelum fitoremediasi menggunakan *E. crassipes* dan *P. stratiotes*;

EC= Hasil fitoremediasi menggunakan *E. crassipes*;

PS= Hasil fitoremediasi menggunakan *P. stratiotes*.

Nilai ATU air limbah domestik hasil fitoremediasi menggunakan *E. crassipes* dan *P. stratiotes* lebih rendah dibandingkan dengan sebelumnya, kecuali nilai ATU menggunakan *E. crassipes* pada kolam fakultatif lebih tinggi (Tabel 2). Nilai ATU sebelum fitoremediasi di kolam anaerob 6,54, fakultatif 0,37 dan maturasi 14,20. Hasil fitoremediasi menggunakan *E. crassipes* di kolam anaerob 2,69, fakultatif 8,40 dan maturasi 5,44. Hasil fitoremediasi menggunakan *P. stratiotes* di kolam anaerob 6,45, fakultatif 0,01 dan maturasi 2,60. Nilai ATU terendah pada *E. crassipes* terjadi di kolam anaerob yaitu 2,69, sedangkan pada *P. stratiotes* terjadi di kolam fakultatif, yaitu 0,01. Nilai ATU menunjukkan tingkat satuan toksisitas akut hasil uji toksisitas terhadap hewan uji. Makin besar nilai ATU, makin tinggi tingkat toksisitas bahan yang diuji. Sebaliknya, makin kecil nilai ATU, makin rendah tingkat

toksistas bahan yang diuji. Nilai ATU terendah (2,69 dan 0,01) yang diperoleh berada pada kisaran nilai ATU pengujian toksistas yang dilakukan Movahedian dkk.[17] menggunakan *D. magna* terhadap efluen IPAL yaitu 3,1 di kolam pendahuluan, 1,9 di kolam primer dan 1,8 di kolam sekunder.

Efisiensi toksistas hasil fitoremediasi menggunakan *E. crassipes* di kolam anaerob 5,83, fakultatif (-) 2160,71 dan maturasi 61,70, dan hasil fitoremediasi menggunakan *P. stratiotes* di kolam anaerob 1,42, fakultatif 97,89 dan maturasi 81,72. Efisiensi toksistas menggunakan *P. stratiotes* lebih tinggi dibandingkan dengan *E. crassipes* di kolam fakultatif dan maturasi, namun sebaliknya di anaerob. Hasil ini menunjukkan *P. stratiotes* memiliki kemampuan lebih tinggi mengurangi tingkat toksistas air limbah domestik daripada *E. crassipes*. Efisiensi penelitian Movahedian dkk. [17] 6%, 38,9% dan 8% lebih rendah dibandingkan dengan hasil yang diperoleh yaitu 58,83% di kolam anaerob dan 61,70% di kolam maturasi menggunakan *E. crassipes*, serta 97,89% di kolam fakultatif dan 81,72% menggunakan *P. stratiotes*. Hasil tersebut menunjukkan kemampuan fitoremediasi dari *E. crassipes* dan *P. stratiotes*, khususnya kemampuan rhizofiltrasi dalam menyerap polutan air limbah domestik dan merombaknya sehingga toksistasnya lebih rendah.

Nilai laju konsumsi oksigen *C. carpio* dalam air limbah domestik di kolam fakultatif dan maturasi lebih tinggi dibandingkan dengan anaerob, dengan nilai tertinggi di kolam fakultatif, baik sebelum maupun hasil fitoremediasi. Kandungan oksigen di dalam air limbah domestik ada kaitannya dengan suhu, pH dan DO air (Tabel III.6). Oksigen lebih banyak ditemukan pada perairan yang lebih jernih, suhu rendah dan pH netral. Perairan yang lebih tercemar mengandung oksigen terlarutnya lebih kecil. Oksigen di perairan, seperti kolam pengolahan air limbah domestik, berasal dari difusi oksigen udara bebas serta dari fotosintesis organisme perairan, seperti tanaman air [24]. Suhu ($\pm 24^{\circ}\text{C}$), pH ($\pm 7,2$) dan DO ($\pm 2 \text{ mg/L}$) air limbah domestik kolam anaerob termasuk lebih tercemar dibandingkan di fakultatif dan maturasi sehingga kandungan oksigen lebih rendah.

Laju konsumsi oksigen *C. carpio* dalam air limbah domestik dibandingkan dengan sebelum fitoremediasi, hasil fitoremediasi menggunakan *E. crassipes* lebih tinggi, namun menggunakan *P. stratiotes* lebih rendah (Tabel 3). Laju konsumsi oksigen sebelum fitoremediasi di kolam anaerob 89,9 mg/g bb/jam, fakultatif 118,8 mg/g bb/jam dan maturasi 108,6 mg/g bb/jam. Hasil fitoremediasi menggunakan *E. crassipes* di kolam anaerob meningkat menjadi 150,8 mg/g bb/jam, fakultatif 239,1 mg/g bb/jam dan maturasi 138,3 mg/g bb/jam. Hasil fitoremediasi menggunakan *P. stratiotes* di kolam anaerob menurun menjadi 49,2 mg/g bb/jam, fakultatif 62,9 mg/g bb/jam dan maturasi 53,8 mg/g bb/jam.

Menurut Vernberg dan Vernberg [25], laju konsumsi oksigen atau laju respirasi *C. carpio* dipengaruhi oleh faktor eksternal di antaranya konsentrasi oksigen terlarut dan suhu; serta faktor internal di antaranya spesies, aktivitas dan jenis kelamin. Lebih lanjut Vernberg dan Vernberg [25] menjelaskan bahwa laju pengambilan oksigen oleh *C. carpio* akan menurun apabila kandungan oksigen di dalam air berkurang. Apabila tekanan parsial oksigennya lebih rendah dari lingkungannya (ambien), maka *C. carpio* akan melakukan frekuensi gerakan operkulum lebih tinggi agar pemompaan air lebih banyak untuk mencukupi kebutuhan akan oksigen. Laju konsumsi oksigen bertambah dengan peningkatan kehilangan ion [26], peningkatan area permukaan fungsional insang [27] dan suhu [28].

Tabel 3. Laju konsumsi oksigen *C. carpio* pada air limbah domestik sebelum dan hasil fitoremediasi.

Air Limbah Domestik	Konsentrasi (%)	Laju Konsumsi Oksigen (mg/g bb/jam)		
		EP	EC	PS
Anaerob	15	99,6	170,8	50,0
	22	102,9	154,2	50,0
	32	89,6	91,7	47,9
	46	76,7	120,8	50,0

	68	80,8	216,7	47,9
	Rata-rata	89,9	150,8	49,2
Fakultatif	15	90,4	183,3	66,7
	22	110,0	200,0	54,2
	32	114,2	270,8	68,8
	46	136,3	270,8	62,5
	68	143,3	270,8	62,5
	Rata-rata	118,8	239,1	62,9
Maturasi	15	87,5	208,3	54,2
	22	103,8	120,8	60,4
	32	93,8	125,0	45,8
	46	124,6	120,8	56,3
	68	133,3	116,7	52,1
	Rata-rata	108,6	138,3	53,8

Keterangan:

EP = Sebelum fitoremediasi menggunakan *E. crassipes* dan *P. stratiotes*;

EC = Hasil fitoremediasi menggunakan *E. crassipes*;

PS = Hasil fitoremediasi menggunakan *P. stratiotes*.

Kandungan oksigen terlarut (DO), kandungan bahan organik dan pH pada air limbah domestik secara berurutan dari rendah ke tinggi adalah anaerob, fakultatif dan maturasi. Oleh karena itu laju konsumsi oksigen *C. carpio* lebih rendah, tidak mampu hidup di anaerob. Sebaliknya di fakultatif dan maturasi lebih tinggi konsumsi oksigennya dan mampu hidup. Meskipun begitu, peningkatan nitrat di kolam fakultatif dan maturasi dapat memacu blooming alga yang mengakibatkan penurunan DO di kolam pengolahan air limbah domestik tersebut. Rentang nilai DO optimal bagi organisme air berkisar antara 4-10 mg/L [2].

Nilai DO di kolam anaerob yang lebih rendah dibanding kolam fakultatif dan maturasi mengakibatkan perairan di kolam anaerob kekurangan oksigen lebih tinggi dan *C. carpio* mengalami cekaman, bahkan mati [29]. Oksigen diperlukan untuk metabolisme nitrat menjadi nitrit di dalam sel, termasuk di dalam air limbah domestik. Kebutuhan oksigen organisme perairan berbanding lurus dengan laju metabolisme sel organisme tersebut [30], dan oksigen tersebut dibutuhkan dalam perhitungan laju metabolismenya [31].

Suhu air berpengaruh terhadap laju respirasi *C. carpio* [32]. Peningkatan temperatur air hingga 30°C mengakibatkan meningkatnya penggunaan oksigen oleh *C. Carpio* [33]. Oleh karena itu, laju penyerapan oksigen oleh insang dari perairan meningkat pula.

Kandungan polutan air limbah domestik hasil fitoremediasi yang meliputi ammonia, nitrit dan nitrat turut memengaruhi laju penyerapan oksigen *C. carpio*. Penelitian Tilak *et al.* [5] menunjukkan terdapat hubungan antara penyerapan oksigen dari air dengan perubahan hematologikal sistem sirkulasi *C. carpio*. Respon fisiologi dari hemoglobin meningkat terhadap meningkatnya kandungan ammonia, nitrit dan nitrat di perairan. Hemoglobin lebih oksidatif, seperti pada oksidasi ion ferro (Fe^{2+}) menjadi ion ferri (Fe^{3+}), serta tidak dapat berikatan dan membawa molekul oksigen. Dengan demikian mengakibatkan kandungan oksigen dan laju penyerapan oksigen berkurang.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih atas dukungan dananya disampaikan kepada Kementerian Agama Republik Indonesia melalui Direktur Jenderal Pendidikan Islam Direktur Pendidikan Tinggi Islam serta Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Universitas Indonesia.

Daftar Pustaka

- [1] Sudjarwo, T., Nisyawati, Rossiana, N. dan Mangunwardoyo, W. 2014. Fitoremediasi Air Limbah Domestik di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Bojongsoang Bandung Menggunakan *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solm dan *Pistia stratiotes* L. Makalah II. FMIPA UI, Depok [Disertasi].
- [2] United State Environmental Protection Agency. 2002. *Methods for Measuring the Acute Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Freshwater and Marine Organisms Fifth Edition*. US EPA, Washington: viii+266 p.
- [3] Jezierska, B. & P. Sarnowski. 2002. The effect of mercury, copper and cadmium during single and combined exposure on oxygen consumption of *Oncorhynchus mykiss* Wal. and *Cyprinus carpio* L. larvae. *Archives of Polish Fisheries* 10(1): 15–22 pp.
- [4] Camargo, J.A. & Á. Alonso. 2006. Ecological and toxicological effects of inorganic nitrogen pollution in aquatic ecosystems: A global assessment. *Environment International* 32: 831–849 pp.
- [5] Tilak, K.S., K. Veeralah & J. M. P. Raju. 2007. Effect of ammonia, nitrite and nitrate on hemoglobin content and oxygen consumption of freshwater fish, *Cyprinus carpio* (Linnaeus). *Journal of Environmental Biology* 28(1): 45–47 pp.
- [6] Hassan, B.K. 2011. The effect of copper and cadmium on oxygen consumption of the juvenile common carp, *Cyprinus carpio* (L.). *Mesopotamia Journal Marine Science* 26(1): 25–34 pp.
- [7] Aydin, R. & K. Köprücü. 2005. Acute toxicity of diazinon on the common carp (*Cyprinus carpio* L.) embryos and larvae. *Pesticide Biochemistry & Physiology* 82: 220–225 pp.
- [8] Aydin, R., K. Köprücü, M. Dörücü, S.S. Köprücü & M. Pala. 2005. Acute toxicity of synthetic pyrethroid cypermethrin on the common carp (*Cyprinus carpio* L.) embryos and larvae. *Aquaculture International* 13: 451–458 pp.
- [9] Rudiyanti, S. & A.D. Ekasari. 2009. Pertumbuhan dan survival rate ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) pada berbagai konsentrasi pestisida regent 0,3 G. *Jurnal Saintek Perikanan* 5(1): 39–47 pp.
- [10] Singh, R.N., R.K. Pandey, N.N. Singh & V.K. Das. 2009. Acute toxicity and behavioral responses of common carp *Cyprinus carpio* (Linn.) to an organophosphate (dimethoate). *World Journal of Zoology* 4(2): 70–75 pp.
- [11] Alkassasbeh, J.Y.M., L.Y. Heng & S. Surif. 2009. Toxicity testing and effect of landfill leachate in Malaysia on behavior of common carp (*Cyprinus carpio* L., 1758; Pisces, Cyprinidae). *American Journal of Environment Science* 5(3): 209–217 pp.
- [12] Ismail, M., R. Ali, T. Ali, U. Waheed & Q.M. Khan. 2009. Evaluation of the acute toxicity of profenofos and its effect on the behavior pattern of fingerling common carp (*Cyprinus carpio* L., 1758). *Bulletin Environmental Contaminant Toxicology* 82: 569–573 pp.
- [13] Karpagavalli, M.S. & S. Kanmani. 2010. Toxicity evaluation of ozonation textile dyeing wastewater. *Indian Journal Environmental Protection* 30(9): 757–760 pp.
- [14] Roopadevi, H. & R.K. Somashekar. 2012. Assessment of the toxicity of wastewater from a textile industry to *Cyprinus carpio*. *Journal Environmental Biology* 33: 167–171 pp.
- [15] Sponza, D.T. 2006. Toxicity studies in a chemical dye production industry in Turkey. *Journal of Hazardous Materials* 138(3): 438–447 pp.
- [16] Environmental Protection Series (EPS). 1990. *Biological Tests Method : Acute Lethality Tests Using Daphnia spp. Report EPS 1/Rm/11, July Edition*, Canada, Ottawa: xix+55 p.
- [17] Movahedian, M., B. Bina & G.H. Asghari. 2005. Toxicity evaluation of wastewater treatment plant effluents using *Daphnia magna*. *Iranian Journal Environmental and Health* 2(2): 1–4 pp.
- [18] Schreck, D.B. & P.B. Moyle. 1990. *Methods for fish biology*. American Fisheries Society. Maryland-USA: xix+684 p.
- [19] Randal, D.J., C.J. Brauner, R.V. Thurston & J.F. Neuman. 1996. Water chemistry at the gill surface of fish and the uptake of xenobiotics. In: Taylor, E.W. 1996. *Toxicology of*

- aquatic pollution, Physiological, cellular and molecular approaches*. Cambridge University Press, New York: xxv+283 p.
- [20] Taylor, E.W. 1996. *Toxicology of aquatic pollution, Physiological, cellular and molecular approaches*. Cambridge University Press, New York: xxv+283 p.
- [21] Wright, D.A. & P. Welbourn. 2002. *Environmental toxicology, Cambridge environmental series 11*. Cambridge University Press, New York: xxv+630 p.
- [22] Jensen, F.B., N.A. Andersen & N. Heisler. 1987. Effects of nitrite exposure on blood respiratory properties, acid-base and electrolyte regulation in the carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Comparative Physiology* 157B: 533–41 pp.
- [23] Casarett and Doull's. 2008. *Toxicology Basic Science Of Poisons*. The McGraw-Hill. New York.
- [24] Stecyk, J.A.W. & A.P. Farrell. 2001. Cardiorespiratory responses of the common carp (*Cyprinus carpio*) to severe hypoxia at three acclimation temperatures. *The Journal of Experimental Biology* 205: 759–768 pp.
- [25] Vernberg, W.B., and F.J. Vernberg (1972). *Environmental Physiology of Marine Animals* New York: Springer-Verlag, x+346 p.
- [26] Richard, J. Gonzalez & D.G. McDonald. 1992. The relationship between oxygen consumption and ion loss in a freshwater fish. *Journal Experimental of Biology* 163: 317–332 pp.
- [27] Richard, J. Gonzalez & D.G. McDonald. 1992. The relationship between oxygen consumption and ion loss in a freshwater fish. *Journal Experimental of Biology* 163: 317–332 pp.
- [28] Krishnamoorthy, R., H.E.S. Mohamed & P.S. Hameed. 2008. Temperature effect behaviour, oxygen consumption, ammonia excretion and tolerance Limit of the fish fingerling of *Alepes djidaba*. *Journal of Environmental, Science & Engineering* 50(3): 169–174 pp.
- [29] Mara, D. 2003. *Domestic wastewater treatment in developing countries*. Earthscan, London: xvi+293 hlm.
- [30] Darsudi, N.P.A Kenak & A. Arsini. 2008. Hasil pengujian konsumsi oksigen larva ikan kue/golden trevally (*Gnathanodon speciosus*). *Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur* 7(2): 127–130 pp.
- [31] Djawad, I.M. 1997. *Studies on the metabolism of rearing fish larvae*. Doctor of Philosophy. Dissertation. Hiroshima University: xiv+190 hlm.
- [32] Stecyk, J.A.W. & A.P. Farrell. 2001. Cardiorespiratory responses of the common carp (*Cyprinus carpio*) to severe hypoxia at three acclimation temperatures. *The Journal of Experimental Biology* 205: 759–768 pp.
- [33] Goenarso, D. 1984. The effect of water temperature on the respiration rate of *Cyprinus carpio* L. *Proceedings ITB* 17(1): 1–10 pp.

FT-17

Eksplorasi Anggrek Spesies Sumedang Sebagai Sumber Keanekaragaman Hayati Florikultura Indonesia

Romiyadi

Fakultas Pertanian Universitas Winaya Mukti
Jl. Raya Bandung – Sumedang Km. 29 Tanjungsari – Sumedang (45362)

anggrek.sahaja@gmail.com

Abstrak. Jawa Barat merupakan salah satu wilayah penyebaran anggrek spesies yang ada di Indonesia. Di Pulau Jawa terdapat 700 – 900 anggrek spesies, dan sebanyak 642 spesies terdapat di Jawa Barat, dan beberapa diantaranya sudah sangat langka dan dilindungi. Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai upaya awal dalam inventarisasi informasi mengenai keberadaan anggrek spesies Jawa Barat, khususnya Kabupaten Sumedang sehingga dikemudian hari dapat dijadikan referensi dalam proses konservasi plasma nutfah dalam mengantisipasi punahnya anggrek spesies Indonesia yang sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia seperti florikultura, biofarmaka, dan industri. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode jelajah dengan teknik *Purposive Sampling* di Kawasan Gunung Ciceuri dan Gunung Cijambu Kabupaten Sumedang yang dilaksanakan bulan Januari 2012 – Desember 2014. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 41 marga (genus) dengan total jenis (spesies) sebanyak 71. Salah satu diantaranya merupakan anggrek yang masuk dalam daftar anggrek dilindungi oleh Undang-undang No. 7 Tahun 1999 (27 Januari 1999) yaitu *Macodes petola* (Bl.) Lindl., anggrek yang dilarang diperjualbelikan antar negara yaitu *Paphiopedillum javanicum* (Lindl.) Pfitz. (anggrek kantung Jawa Barat), anggrek langka yaitu *Dendrobium kuhlii* (Blume) Lindl., anggrek sebagai bahan obat yaitu *Dendrobium crumenatum* Sw. (anggrek merpati), *Malaxis sp*, *Anoectochilus sp*, dan *Spathoglottis plicata* Blume. (anggrek tanah), dan anggrek sebagai bahan baku parfum yaitu *Vanda tricolor* (anggrek vanda). Begitu banyaknya manfaat dari tumbuhan anggrek tersebut maka perlu adanya proses konservasi baik secara *in situ* maupun *ex situ* agar tumbuhan anggrek tetap lestari dan menjadi kebanggaan Indonesia di mata dunia sebagai *Mega-biodiversity*.

Kata kunci: eksplorasi, anggrek, Sumedang

Abstract. West Java is one area the deployment of orchid species that exist in Indonesia. In Java, there are 700-900 orchid species, and as many as 642 species found in West Java, and some of them have been very rare and protected. The purpose of this study was an attempt early in the inventory of information about the whereabouts of orchid species in West Java, especially Sumedang district so that the future can be used as a reference in the process of conservation of genetic resources in anticipation of the extinction of the orchid species of Indonesia is very useful for human life such as floriculture, medicinal, and industry. The method used in this research was cruising with purposive sampling technique in Mountain Regions Ciceuri and Mount Cijambu Sumedang District implemented in January 2012 - December 2014. The results showed there were 41 genera (genus) with total types (species) of 71. One one of which is included in the list orchid orchids are protected by the Act No. 7, 1999 (January 27, 1999) is *Macodes petola* (Bl.)

Lindl., Orchids are prohibited from being transacted between countries that *Paphiopedillum javanicum* (Lindl.) Pfitz. (Orchid sac West Java), rare orchids that *Dendrobium kuhlii* (Blume) Lindl., Orchid as a drug ingredient that *Dendrobium crumenatum* Sw. (Orchid pigeon), *Malaxis* sp., *Anoectochilus* sp., and *Spathoglottis plicata* Blume. (Orchids), and orchids as raw materials of perfumes that *Vanda tricolor* (vanda orchids). The many benefits of the orchid plants hence the need for the conservation both in situ and ex situ orchid plant in order to remain sustainable and be the pride of Indonesia in the eyes of the world as the Mega-biodiversity.

Keywords: exploration, orchid, Sumedang

Pendahuluan

Jawa Barat merupakan salah satu wilayah penyebaran anggrek spesies yang ada di Indonesia. Di Pulau Jawa terdapat 975 anggrek spesies [1], pendapat lain di Pulau Jawa terdapat 731 anggrek spesies dan sebanyak 642 spesies terdapat di Jawa Barat [2], dan beberapa diantaranya sudah sangat langka dan dilindungi. Diperkirakan di seluruh dunia terdapat 15.000 – 20.000 spesies anggrek dengan 900 genus (marga) dan tersebar di 750 negara [3]. Kabupaten Sumedang merupakan bagian dari Jawa Barat yang masih memiliki hutan dan gunung yang diduga banyak terdapat anggrek spesies, dan hal ini penting sebagai langkah awal dalam menjaga kelestarian anggrek spesies di Indonesia. Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai upaya awal dalam inventarisasi informasi mengenai keberadaan anggrek spesies Jawa Barat, khususnya Kabupaten Sumedang sehingga dikemudian hari dapat dijadikan referensi dalam proses konservasi plasma nutfah dalam mengantisipasi punahnya anggrek spesies Indonesia yang sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia seperti florikultura, biofarmaka, dan industri.

Bahan dan Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode jelajah dengan teknik *Purposive Sampling* di Kawasan Gunung Ciceuri dan Gunung Cijambu Kabupaten Sumedang yang dilaksanakan bulan Januari 2012 – Desember 2014.

Hasil

Berdasarkan pengamatan terhadap sampel yang diperoleh di lapangan, hasil menunjukkan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Daftar Nama Anggrek Spesies Sumedang yang Teridentifikasi

No.	Nama Anggrek	Tipe Pertumbuhan	Habitat	Status Di Habitat	Keterangan
1	1. <i>Aerides Odorata</i> Lour	Monopodial	Epifit	Belum Diperoleh Sumber (BDS)	Sangat Komersil
2	2. <i>Agrostophyllum</i> sp.	Simpodial	Epifit	BDS	Komersil
3	3. <i>Anoectochilus reindwardtii</i> Bl.	Simpodial	Terrestrial	Dilindungi	Komersil
4	4. <i>Appendicula alba</i> Bl. 5. <i>Appendicula ramosa</i> Bl.	Simpodial Simpodial	Epifit Epifit	BDS BDS	Komersil Komersil
5	6. <i>Arundina graminifolia</i> (D. Don Hochr) var. "pink" 7. <i>Arundina graminifolia</i> (D. Don Hochr) var. "alba"	Simpodial Simpodial	Terrestrial Terrestrial	BDS BDS	Komersil Komersil
6	8. <i>Bulbophyllum latilobum</i> J.J. Smith 9. <i>Bulbophyllum gibbosum</i> (Bl.) Lindl.	Simpodial Simpodial	Epifit Epifit	BDS BDS	Komersil Komersil

	10. <i>Bulbophyllum obtusum</i> Lindl.	Simpodial	Epifit	BDS	Komersil
	11. <i>Bulbophyllum ovalifolium</i> (Bl.) Lindl.	Simpodial	Epifit	BDS	Komersil
7	12. <i>Calanthe triplicata</i> (Willem) Ames.	Simpodial	Terestrial	BDS	Komersil
8	13. <i>Ceratostylis sp.</i>	Simpodial	Terestrial	BDS	-
9	14. <i>Chelonistele sulphurea</i> (Bl.) Pfitz.	Simpodial	Epifit	BDS	Komersil
10	15. <i>Coelogyne speciosa</i> Lindl.	Simpodial	Epifit	BDS	Sangat Komersil
11	16. <i>Collabium nebulosum</i> (Bl.) J. J. Sm.	Simpodial	Terestrial	BDS	-
12	17. <i>Cryptostylis arachnites</i> (Blume) Hassk.	Simpodial	Terestrial	BDS	Komersil
	18. <i>Cryptostylis javanica</i> J.J. Smith.	Simpodial	Terestrial	BDS	Komersil
13	19. <i>Cymbidium aloifolium</i> Lindl.	Simpodial	Epifit	BDS	Sangat Komersil
	20. <i>Cymbidium bicolor</i> Lindl.	Simpodial	Epifit	BDS	Sangat Komersil
	21. <i>Cymbidium ensifolium</i> Lindl.	Simpodial	Terestrial	BDS	Komersil
	22. <i>Cymbidium lancifolium</i> Lindl.	Simpodial	Terestrial	BDS	Sangat Komersil
14	23. <i>Dendrobium crumenatum</i> Sw.	Simpodial	Epifit	BDS	Komersil
	24. <i>Dendrobium kuhlii</i> (Blume) Lindl.	Simpodial	Epifit	Langka	Sangat Komersil
	25. <i>Dendrobium mutabile</i> (Blume) Lindl.	Simpodial	Epifit	BDS	Sangat Komersil
	26. <i>Dendrobium secundum</i> (Blume) Lindl.	Simpodial	Epifit	BDS	Komersil
	27. <i>Dendrobium tenellum</i> (Blume) Lindl.	Simpodial	Epifit	BDS	Sangat Komersil
15	28. <i>Epigeneium sp.</i>	Simpodial	Epifit	BDS	Komersil
16	29. <i>Eria flavescens</i> (Blume) Lindl.	Simpodial	Epifit	BDS	Komersil
	30. <i>Eria iridifolia</i> Hook. F.	Simpodial	Epifit	BDS	Komersil
	31. <i>Eria javanica</i> (Sw.) Blume.	Simpodial	Epifit	BDS	Komersil
	32. <i>Eria monostachya</i> Ridl.	Simpodial	Epifit	BDS	Komersil
	33. <i>Eria retusa</i> Ridl.	Simpodial	Epifit	BDS	Komersil
	34. <i>Eria xanthocheila</i> Ridl.	Simpodial	Epifit	BDS	Komersil
17	35. <i>Flikingeria angulata</i> (Blume) A.D. Hawkes.	Simpodial	Epifit	BDS	Komersil
	36. <i>Fiklingeria grandiflora</i> (Bl.) A. D.	Simpodial	Epifit	BDS	Komersil
18	37. <i>Gastrochilus sororius</i> Schltr.	Monopodial	Epifit	BDS	Komersil
19	38. <i>Goodyera pusilla</i> Bl.	Simpodial	Terestrial	BDS	Komersil
	39. <i>Goodyera reticulata</i> .	Simpodial	Terestrial	BDS	Komersil
	40. <i>Goodyera viridiflora</i> (Bl.) Bl.	Simpodial	Terestrial	BDS	Komersil
20	41. <i>Grosourdya muscosa</i>				

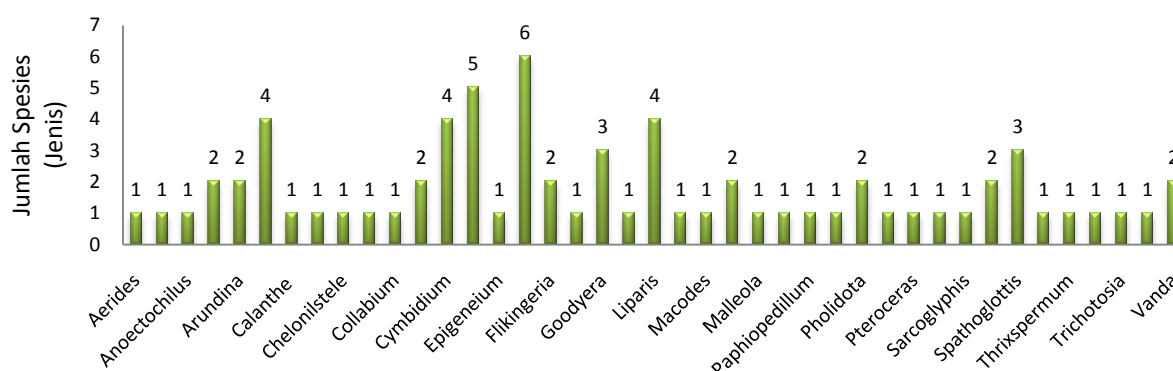
	(Rolfe) Garay	Monopodial	Epifit	BDS	-
21	42. <i>Liparis latifolia</i> (Bl.) Lindl.	Simpodial	Epifit	BDS	Komersil
	43. <i>Liparis montana</i> (Bl.) Lindl.	Simpodial	Terestrial	BDS	Komersil
	44. <i>Liparis odorata</i> (Willd.) Lindl.	Simpodial	Epifit	BDS	Komersil
	45. <i>Liparis parviflora</i> (Blume) Lindl.				
22	46. <i>Luisia javanica</i> J.J. Smith.	Monopodial	Epifit	BDS	Komersil
23	47. <i>Macodes petola</i> (Bl.) Lindl.	Simpodial	Terestrial	Dilindungi	Komersil
24	48. <i>Malaxis latifolia</i> J. E. Smith.	Simpodial	Terestrial	BDS	Komersil
	49. <i>Malaxis soleiformis</i> (J. J. Sm.) Bakh. F.	Simpodial	Terestrial	BDS	Komersil
25	50. <i>Malleola ligulata</i> (J. J. Sm.) J. J. Sm.	Monopodial	Epifit	BDS	Komersil
26	51. <i>Oberonia</i> spp.	Simpodial	Epifit	BDS	Komersil
27	52. <i>Paphiopedilum javanicum</i> (Lindl.) Pfitz.	Simpodial	Terestrial	Langka/Endemik	Sangat Komersil
28	53. <i>Phaius flavus</i> (Blume) Lindl.	Simpodial	Terestrial	BDS	Komersil
29	54. <i>Pholidota imbricata</i> W.J. Hooker	Simpodial	Epifit/Lithofit	BDS	Komersil
	55. <i>Pholidota ventricosa</i> (Blume) Rchb. F.	Simpodial	Epifit	BDS	Komersil
30	56. <i>Pochoglothis javanica</i>	Simpodial	Terestrial	BDS	Komersil
31	57. <i>Pteroceras compressum</i> (Bl.) Holtt.	Monopodial	Epifit	BDS	Komersil
32	58. <i>Rhynchosstylis retusa</i> (L.) Bl.	Monopodial	Epifit	BDS	Sangat Komersil
33	59. <i>Sarcoglyphis comberi</i> (J. J. Wood) J. J. Wood.	Monopodial	Epifit	BDS	Komersil
34	60. <i>Schoenorchis juncifolia</i> Bl. Ex Reinw.	Monopodial	Epifit	BDS	Komersil
	61. <i>Schoenorchis</i> sp.	Monopodial	Epifit	BDS	Komersil
35	62. <i>Spathoglottis affinis</i>	Simpodial	Terestrial	BDS	Sangat Komersil
	63. <i>Spathoglottis plicata</i> Blume.	Simpodial	Terestrial	BDS	Sangat Komersil
	64. <i>Spathoglottis plicata</i> Blume. Var. Alba				Sangat Komersil
36	65. <i>Taeniophyllum biocellatum</i> (J. J. Smith).	Monopodial	Epifit	Endemik	Komersil
37	66. <i>Thrixspermum acutilobum</i> J. J. Sm.	Monopodial	Epifit	BDS	Komersil
38	67. <i>Trichoglottis</i> sp.	Monopodial	Epifit	BDS	Komersil
39	68. <i>Trichotomia ferox</i> Bl.	Simpodial	Epifit	BDS	Komersil
40	69. <i>Tuberolabium odoratissimum</i> (J. J. Smith) Garay.	Monopodial	Epifit	BDS	Komersil
41	70. <i>Vanda tricolor</i> Lindl.				

Var. Suavis 71. <i>Vanda tricolor</i> Lindl. Var. Tricolor	Monopodial	Epifit/Lithofit	BDS	Sangat Komersil
	Monopodial	Epifit/Lithofit	BDS	Sangat Komersil

Pembahasan

1. Jumlah Spesies (Jenis) dari Tiap Genus (Marga)

Gambar 1. menunjukkan Genus *Eria* memiliki jumlah spesies paling banyak dibandingkan dengan genus lainnya. Di lapangan, diperkirakan masih banyak terdapat jenis anggrek *Eria* yang belum teridentifikasi dikarenakan posisi anggrek berada di atas pohon yang cukup tinggi dan belum berbunga sehingga sulit untuk dilakukan identifikasi. Umumnya *Eria* memiliki *pseudobulb* yang terlihat jelas, bulat memanjang, dan ada pula yang berbentuk bulat telur. Bunga anggrek *Eria* berukuran kecil tetapi tersusun sangat rapi dan banyak (multiflora). Beberapa diantaranya beraroma khas dan memiliki warna yang menarik (putih, kuni, dan cokelat). Salah satu kelemahan bunga anggrek *Eria* adalah lama waktu mekar yang tidak terlalu lama (tidak mencapai satu bulan). *Eria* tersebar di India, Laos, Myanmar, Thailand, semenanjung Malaysia, Philipina, Papua New Guinea, dan Indonesia[4].

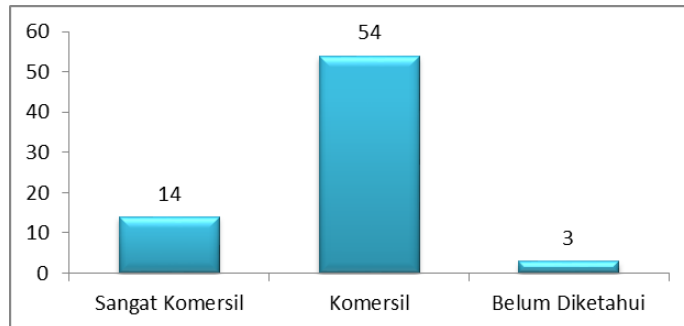


Gambar 1. Grafik Banyaknya Jumlah Spesies (Jenis) dari Tiap Genus (Marga) Anggrek Sumedang

2. Kategori Komersil

Gambar 2. menunjukkan anggrek spesies Sumedang memiliki potensi yang sangat baik karena banyak terdapat anggrek komersil dan populer di masyarakat. Sebanyak 14 jenis anggrek spesies Sumedang tergolong jenis anggrek yang sangat komersil dan populer. Sangat komersil di sini diartikan sebagai anggrek yang banyak diperjualbelikan oleh para hobiis dan sangat populer di kalangan masyarakat pecinta anggrek. Anggrek merupakan tanaman hias yang mempunyai nilai estetika tinggi. Bentuk dan warna bunga serta karakteristik lainnya yang unik menjadi daya tarik tersendiri dari spesies tanaman hias ini sehingga banyak diminati oleh konsumen, baik di dalam maupun luar negeri[5]. Sebanyak 54 jenis tergolong dalam anggrek komersil dan 3 jenis diantaranya tergolong anggrek yang belum diketahui kepopulerannya. Penggolongan anggrek tersebut berdasarkan survey langsung di kalangan pecinta anggrek termasuk para pedagang anggrek spesies yang ada di masyarakat. Terdapat keuntungan dan kerugian dari jenis-jenis anggrek yang memiliki nilai komersil. Anggrek spesies yang tergolong sangat komersial umumnya diburu oleh kolektor anggrek, sehingga menimbulkan eksploitasi yang tidak terkontrol yang mengakibatkan jumlah anggrek di habitatnya terancam punah. Namun di sisi lain, nilai ekonomis yang cukup baik dari jenis anggrek spesies tersebut dapat meningkatkan pendapatan masyarakat. Salah satu upaya yang dapat ditempuh dalam menjaga kelestarian

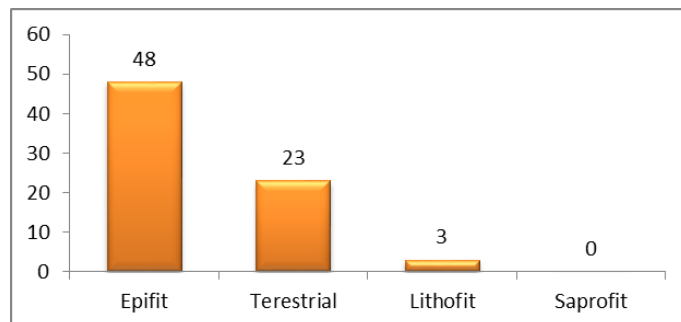
keanekaragaman hayati anggrek spesies tersebut dapat dilakukan dengan perbanyakan secara *in vitro*, sehingga kita hanya cukup mengambil beberapa sampel yang ada di alam, kemudian dikembangkan secara massal di masyarakat.



Gambar 2. Penggolongan Anggrek Spesies Sumedang Berdasarkan Kategori Komersil (Nilai Ekonomis dan Populer)

3. Habitat

Gambar 3. menunjukkan anggrek spesies Sumedang didominasi dengan jenis anggrek epifit. Epifit merupakan salah cara hidup anggrek dengan cara menempel di pohon lain tetapi tidak merugikan[6]. Dilanjutkan dengan jenis anggrek terestrial, yaitu hidup di media tanah yang banyak mengandung bahan organik (serasah dedaunan). Selain bersifat epifit, beberapa diantaranya juga bisa sekaligus hidup secara lithofit, yaitu hidup menempel pada bebatuan. Sedangkan jenis anggrek saprofit sementara ini belum ditemukan.



Gambar 3. Penggolongan Jenis Anggrek Berdasarkan Habitat Alami

4. Anggrek Potensial

Anggrek spesies Sumedang yang berpotensi untuk dikembangkan dari segi florikultura, seni dan kerajinan tangan, industri, dan biofarmaka diantaranya adalah:

a. Potensi Florikultura

Anggrek spesies Sumedang yang berpotensi untuk dikembangkan dari segi florikultura diantaranya adalah:

- *Aerides odorata* Lour.
Aerides odorata Lour memiliki potensi bunga yang menarik, diantaranya bentuk bunga unik (seperti kuku macan), bunga berwarna putih splash merah muda, beraroma harum, dan kuntum bunga banyak (multiflora). *Aerides odorata* Lour dapat disilangkan dengan *Vanda tricolor* (sudah teruji oleh penulis).
- *Calanthe triplicata* (Willem) Ames.
Calanthe triplicata (Willem) Ames. memiliki potensi kuntum bunga yang semarak (multiflora) dengan warna putih yang kontras. Diduga dapat dikembangkan dengan melakukan persilangan dengan jenis anggrek tanah lainnya seperti *Phaius spp.* dan *Spathoglottis spp.*
- *Cymbidium spp.*

Cymbidium aloifolium Lindl. dan *C. bicolor* Lindl. memiliki karakteristik tangkai bunga yang menjuntai ke bawah dengan kuntum bunga yang semarak (multiflora) berpotensi untuk disilangkan dengan anggrek epifit lainnya yang setipe seperti *C. finlaysonianum* Lindl., sehingga cocok untuk jenis tanaman hias gantung. Sedangkan *C. lancifolium* Lindl. dan *C. ensifolium* Lindl. (tipe terrestrial) berpotensi untuk disilangkan dengan karakter tangkai bunga tegak dan warna bunga yang menarik.

- *Paphiopedillum javanicum* (Lindl.) Pfitz.
Paphiopedillum javanicum (Lindl.) Pfitz. merupakan anggrek kantung atau anggrek selop yang memiliki bentuk bunga unik berpotensi untuk dikembangkan spesies aslinya, karena semua spesies anggrek kantung (*Paphiopedillum spp.*) merupakan anggrek yang sudah mulai terkikis mendekati kepunahan. Bahkan dilaporkan, penjualan anggrek *Paphiopedillum spp.* antar negara dapat dikenakan sanksi pidana.
- *Spathoglottis spp.*
Spathoglottis affinis memiliki karakter bunga berwarna kuning dengan kuntum bunga semarak (multiflora) berpotensi untuk disilangkan dengan *Spathoglottis plicata* var. ungu (warna ungu) dan var. alba (warna putih). Keunggulan lain dari *Spathoglottis* adalah mampu hidup berbagai tempat, termasuk di tempat yang kurang subur. Hasil persilangan antar berbagai jenis *Spathoglottis* telah dilakukan oleh Balai Penelitian Tanaman Hias.
- *Vanda tricolor* Lindl.
Vanda tricolor Lindl. merupakan anggrek yang memiliki varian terbanyak diantara semua jenis anggrek dengan karakter bunga berwarna dasar putih dengan corak kuning (var. pallida), putih dengan corak cokelat (var. suavis), dan kuning dengan corak cokelat (var. tricolor). *Vanda tricolor* Lindl. dapat disilangkan dengan *Aerides odorata* Lour dan *Phalaenopsis*.

b. Seni dan Kerajinan Tangan

- *Dendrobium secundum* (Blume) Lindl.
Digunakan sebagai bahan kalung (perhiasan) atau sabuk oleh beberapa orang di Kepulauan Andaman[7].
- *Liparis spp.*
Digunakan sebagai bahan sulaman.
- *Rhynchostylis retusa* (L.) Bl. dan *Spathoglottis plicata* Bl.
Digunakan sebagai penghias rambut.

c. Industri

- *Spathoglottis plicata* Bl.
Digunakan sebagai bahan baku tambahan rokok di Philipina pada waktu Perang Dunia ke 2.
- Akar, daun dan umbi (pseudobulb) anggrek *Pholidota*, *Spathoglottis*, *Cryptostylis*, *Liparis*, *Anoectochilus*, *Ceratostylis*, *Goodyera*, dan *Phalaenopsis*.
Digunakan sebagai bahan baku makanan (dapat dimakan).

d. Potensi Biofarmaka

- *Anoectochilus sp.*
Digunakan sebagai bahan baku obat penyakit tuberculosis (TBC) di Kalimantan.
- *Calanthe triplicata*.
Digunakan sebagai bahan baku obat penyakit Gastrointestinal (penyakit pencernaan).

- *Cymbidium ensifolium*
Digunakan sebagai bahan baku obat sakit mata.
- *Dendrobium crumenatum*
Digunakan sebagai bahan baku obat sakit telinga.
- *Goodyera pubescens*
Digunakan sebagai bahan baku obat sakit
- *Macodes* spp.
Digunakan sebagai bahan baku obat batuk, penyakit kulit, dan mengurangi demam.
- *Rhynchostylis retusa*
Digunakan sebagai bahan baku obat asma, tuberculosis (TBC), kram, gangguan menstruasi, dan batu ginjal.

Kesimpulan

Keanekaragaman anggrek spesies Sumedang memiliki potensi yang sangat luar biasa, diantaranya berpotensi sebagai tanaman florikultura, seni dan kerajinan tangan, industri makanan, dan biofarmaka (bahan baku obat-obatan). Oleh sebab itu perlu dilakukan pelestarian terhadap anggrek-anggrek tersebut, diawali dengan eksplorasi, inventarisasi dan identifikasi yang kemudian perlu dibuat buku keanekaragaman anggrek spesies Sumedang agar masyarakat tahu dan mengenal manfaat dari tanaman keluarga *Orchidaceae* yang memiliki banyak manfaat. Upaya eksplorasi di Kabupaten Sumedang di kemudian hari masih perlu dan harus terus dilakukan untuk melengkapi informasi-informasi yang belum tergal.

Ucapan Terima Kasih

Kami ucapkan terimakasih kepada Dekan Fakultas Pertanian yang mendukung kegiatan eksplorasi anggrek spesies Sumedang, dan kepada Oman Rohman serta Herma sebagai pemandu jalan dalam kegiatan penelitian.

Daftar Pustaka

- [1] Ayub S. Parnata. 2005. Panduan Budidaya dan Perawatan Anggrek (Kiat Mengatasi Permasalahan Praktis). PT Agromedia Pustaka. Jakarta.
- [2] Nina Ratna Djuita *et al.* 2004. Keanekaragaman Anggrek di Situ Gunung, Sukabumi. Jurnal Biodiversitas Volume 5 No. 2. Hal. 77 – 80.
- [3] Yos Sutioso dan Sarwono. 2002. Merawat Anggrek. Penebar Swadaya. Jakarta.
- [4] Frankie Handoyo and Ramadani Prasetya. 2012. Orchids of Sulawesi. Indonesian Orchid Society (Perhimpunan Anggrek Indonesia). Jakarta.
- [5] M. Sabran *et al.* Eksplorasi dan Karakterisasi Tanaman Anggrek di Kalimantan Tengah. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Kalimantan Tengah. Buletin Plasma Nutfah Volume 9 No. 1. 2003.
- [6] Mazna Hashim Assagaf. 2012. 1001 Spesies Anggrek yang Tumbuh dan Berbunga di Indonesia. Kataelha. Jakarta.
- [7] Joseph Arditti. 1992. Fundamentals of Orchid Biology. John Wiley and Sons, Inc. USA.

FT-19

Pengaruh Suhu Pengeringan dan Proses Blansing terhadap Mutu Tepung Daun Singkong (*Manihot esculenta* C) dengan Metode Oven Konveksi

Ali Asgar¹, Sudaryanto Zain², Asrsi Widyasanti² dan Subyekti, M³

¹Staf Peneliti Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Jl. Tangkuban Parahu 517 Lembang,
²Staf Pengajar Fakultas Teknologi Industri Pertanian UNPAD, ³Alumnus Fakultas Teknologi Industri Pertanian UNPAD.

Abstrak. Daun singkong merupakan sayuran hijau yang memiliki kandungan gizi protein, vitamin, dan mineral. Tetapi daun singkong memiliki karakteristik mudah rusak karena daun singkong memiliki kandungan air yang tinggi sehingga memungkinkan terjadinya aktifitas enzim, selain itu daun singkong mengandung asam sianida (HCN). Pengeringan dengan menggunakan oven konveksi merupakan cara efektif untuk menurunkan HCN dan dapat meningkatkan daya simpan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu pengeringan dan proses blansing terhadap mutu tepung daun singkong yang dihasilkan. Penelitian ini dilaksanakan menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok pola faktorial. Faktor pertama yaitu : suhu pengeringan (a) : 30°C, 40°C, 50°C. Faktor kedua yaitu (b) : blansing dan tanpa blansing. Setiap kombinasi perlakuan diulang 4 kali. Parameter yang diamati yakni, kadar air, kadar abu, kadar protein, nilai warna (L*, a*, b*, dan TCD), rendemen total, dan kadar HCN. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan suhu 30°C merupakan perlakuan terbaik, hal ini dilihat dari kadar protein tertinggi (41,51%), nilai kecerahan L* tertinggi (21,26), nilai a* terendah (-4,28), nilai TCD terendah (18,67), dan kadar HCN terendah (0,022%). Perlakuan tanpa blansing merupakan perlakuan terbaik, hal ini dilihat dari kadar air terendah (12,97%), kadar abu tertinggi (5,76%), kadar protein tertinggi (42,37%), nilai L* tertinggi (20,85), nilai a* terendah (-5,19), nilai b* terendah (23,74), TCD terendah (18,87), dan rendemen total tertinggi (19,81%). Tepung daun singkong dengan perlakuan suhu 30°C dan tanpa blansing (s_{1p0}) menghasilkan tepung daun singkong yang terbaik dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Kata Kunci : *Manihot esculenta*, Pengeringan, Blansing dan Mutu Tepung.

Pendahuluan

Daun singkong merupakan sayuran hijau yang mudah tumbuh dan banyak terdapat di Indonesia. Daun singkong juga dapat dibeli dengan harga yang relatif terjangkau oleh masyarakat. Selain itu daun singkong juga memiliki nilai gizi yang cukup tinggi. Daun singkong mengandung protein dan karoten yang tinggi dan bermutu baik.

Oey Kam Nio [1] telah menganalisis komposisi zat gizi yang terkandung dalam daun singkong. Kandungan zat gizi daun singkong per 100 gram bagian yang dapat dimakan adalah sebagai berikut : energi 90 kal., protein 6,8 g, lemak 1,2 g, mineral 1,8 g, asam askorbat 275 g, aktivitas retinol 3300,0 mikrogram, dan air 77,2 g.

Pada kenyataannya, walaupun penggunaan daun singkong telah dikenal sejak lama, namun penggunaannya masih bersifat tradisional dan mempunyai nilai jual yang rendah, sehingga penggunaannya masih terbatas karena sifatnya yang tidak tahan lama untuk disimpan dan penggunaannya kurang mampu meningkatkan perekonomian petani.

Jika jaringan rusak maka akan membebaskan asam sianida (HCN), sehingga daun singkong mengandung HCN yang beracun [2]. Oleh karena itu perlu pengolahan yang tepat untuk mengurangi kandungan HCN pada daun singkong, dan salah satu cara untuk menurunkan kandungan sianida adalah dengan pengeringan [3].

Daun singkong memiliki karakteristik mudah rusak jika disimpan di udara terbuka karena memiliki kandungan air yang cukup tinggi yaitu sekitar 77,2 gram. Dimana kandungan air yang tinggi dapat menyebabkan berlangsungnya pertumbuhan dan aktivitas mikroba yang dapat merusak bahan hasil pertanian. Untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme tersebut dapat dilakukan dengan cara menurunkan kadar air bahan melalui proses pengeringan.

Pada kenyataannya, walaupun penggunaan daun singkong ini sudah dikenal sejak lama, namun penggunaannya masih bersifat tradisional dan mempunyai nilai jual yang rendah, sehingga penggunaannya masih terbatas karena sifatnya yang tidak tahan lama untuk disimpan dan penggunaannya kurang mampu meningkatkan perekonomian petani.

Salah satu solusi yang terbaik untuk menyelesaikan persoalan tersebut adalah dengan mengolah daun singkong ke dalam bentuk tepung yang diharapkan dapat meningkatkan daya guna dari daun singkong, daya simpan yang lebih lama dan aman untuk dikonsumsi.

Penggunaan daun singkong sebagai tepung merupakan salah satu alternatif produk setengah jadi yang dapat dianjurkan karena lebih tahan lama disimpan, mudah dicampur dalam formulasi, dan mudah dibuat aneka ragam pangan (diversifikasi). dimana tepung daun singkong dapat dijadikan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan produk makanan lain seperti pembuatan pewarna dan penambah gizi pada kue antara lain klepon. Selain itu tepung daun singkong dapat juga digunakan dalam bidang farmasi, yaitu sebagai salah satu bahan pengisi dalam kapsul obat.

Menurut Muchtadi dkk. [4], pengeringan merupakan salah satu cara untuk mengawetkan bahan pangan yang mudah rusak atau busuk pada kondisi penyimpanan sebelum digunakan. Tujuan pengeringan adalah mengurangi kandungan air dari suatu produk sampai batas tertentu sehingga dapat menghambat pertumbuhan mikroba maupun reaksi yang tidak diinginkan [5][6].

Berbagai pengeringan telah dicoba untuk mempertahankan mutu sayuran. Penggunaan alat vortex untuk mengeringkan bawang putih dan bawang merah menunjukkan hasil yang baik, penampakan baik dan hemat tenaga serta sifat kropsnya sedikit sekali [7][8]. Penggunaan suhu 30°C untuk penyimpanan 1 bulan menghasilkan mutu bawang merah terbaik [9].

Teknik pengeringan dapat mempengaruhi sifat bahan daun singkong. Pengaruh yang bisa terjadi yaitu warna berubah, gizinya dapat berkurang daripada bahan segar, kandungan vitaminnya berkurang, kemungkinan bisa terjadi *case hardening*, dan kadar protein, karbohidrat, mineral lebih tinggi. Pengaruh yang kurang baik dapat dicegah dengan pengaturan suhu yang tepat untuk pengeringan daun singkong dan perlunya dilakukan proses pengolahan sebelum proses pengeringan dilakukan yaitu dengan blansing, dimana blansing merupakan pemanasan pendahuluan dalam pengolahan bahan hasil pertanian dan merupakan proses pengolahan bahan hasil pertanian yang biasa dilakukan dalam proses pengeringan.

Pengeringan adalah suatu cara untuk mengurangi kadar air bahan sampai batas perkembangan mikroorganisme dan kegiatan enzim yang dapat menyebabkan pembusukan. Suhu pengeringan yang terbaik untuk wortel adalah 60°C [10], irisan bawang putih 50 - 60°C [11] dan untuk tepung bawang merah 60°C [12]. Suhu pengeringan 60°C dan waktu pengeringan 20 jam merupakan perlakuan yang lebih baik dilihat dari skor warna wortel dengan kriteria sangat disukai panelis (2,2), kadar air 12,79%, kadar karoten 2,66 bpj dan kadar vitamin C 100,87 mg/100 g [13]. Herastuti dkk. [14] menyatakan bahwa proses pengeringan mengakibatkan penurunan kadar α dan β karoten tepung wortel, namun demikian kadar air yang diperoleh sudah cukup rendah yaitu 8,6%. Suhu yang terbaik pada pengeringan seledri adalah 45°C dan 50°C [15]. Pada wortel, suhu dan lama pengeringan terbaik adalah 50-60°C selama 32 jam dan suhu 50-60°C selama 22 jam untuk kubis [16]. Tekstur dan sifat rehidrasi sayuran wortel dapat diperbaiki dengan perlakuan blansing 60-65°C selama <30 menit [17]. Hasil penelitian lain menemukan bahwa perlakuan suhu pengeringan 50°C (tanpa perlakuan perendaman dalam larutan garam) dapat menghasilkan tepung bawang putih dengan warna yang

baik dan kandungan VRS yang tinggi yaitu 141,60 mgrek/g [18]. Sebaliknya suhu yang lebih tinggi (65°C) menyebabkan terjadinya pencoklatan pada pengeringan cabai merah dengan menggunakan pengering vakum [19].

Menurut Asgar dan Musaddad [20], terjadi interaksi antara media dan kombinasi suhu dan lama blansing terhadap rendemen, kadar air, dan vitamin C. Selanjutnya dinyatakan bahwa untuk uji organoleptik perlakuan yang terbaik adalah media uap pada suhu 75°C selama 10 menit dengan hasil lobak kering yang disukai. Berbeda dengan lobak, produk wortel kering yang terbaik diperoleh dari hasil blansing menggunakan air dengan suhu 85°C selama 10 menit [21], kubis dengan media air pada suhu 75°C [22]. Hasil penelitian Marpaung dan Sinaga [11], pengeringan dengan oven pada suhu 40°C yang dikombinasikan dengan prapengeringan (direndam dalam larutan garam 2%) menghasilkan *volatile reduction substances* (VRS) 340,66 mgrek/g dan sifat organoleptik terbaik pada irisan bawang putih kering.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu pengeringan dan proses blansing terhadap mutu tepung daun singkong yang dihasilkan. Adapun kegunaan dari penelitian ini adalah : Sebagai acuan dalam penanganan pascapanen daun singkong, sehingga memungkinkan dapat meningkatkan nilai guna dari daun singkong. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dalam pembuatan tepung daun singkong yang bermutu baik yang dapat digunakan sebagai bahan pewarna makanan. Hipotesis penelitian ini adalah ada pengaruh suhu pengeringan dan blansing terhadap mutu tepung daun singkong.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai dengan Agustus 2012, bertempat di Laboratorium Pascapanen dan Teknologi Proses, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Laboratorium Penelitian Jurusan Kimia, Universitas Padjadjaran, dan Balai Penelitian Tanaman Sayuran (BALITSA), Lembang.

Bahan baku utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun singkong yang diperoleh dari pasar Panorama Lembang. Jenis daun singkong yang digunakan adalah jenis daun tanaman singkong Adira I, dimana jenis daun tanaman ini memiliki kadar sianida (HCN) lebih sedikit dibandingkan jenis daun singkong lainnya. Daun singkong yang digunakan adalah daun yang sedang, tidak terlalu muda atau tua. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dengan rancangan percobaannya menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola faktorial yang terdiri atas dua faktor. Faktor pertama adalah suhu pengeringan yang terdiri dari tiga taraf yaitu suhu 30°C, 40°C, dan 50°C. Faktor kedua adalah blansing yang terdiri dari dua taraf yaitu blansing (daun singkong yang telah dicuci bersih, air pencuciannya dibuang, selanjutnya dilakukan pemblansiran dengan direndam dalam air panas 90 - 100°C selama 3 menit) dan tanpa blansing. Jumlah ulangan adalah 4.

Pengolahan daun singkong dengan perlakuan blansing :

Pada tahapan penyiapan bahan baku utama dilakukan pemisahan antara daun singkong yang memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan baku yaitu antara lain daun masih segar, tidak rusak, tidak terdapat bercak-bercak pada daun, tidak menguning dan tidak terkena hama. Proses pengolahan daun singkong hingga menjadi tepung terdiri dari beberapa tahap yaitu: sortasi, penimbangan, pencucian, blansing, penirisan, pengirisan, pengeringan, penggilingan dan pengayakan.

Daun singkong yang diperoleh dari pasar kemudian disortasi, pada tahap ini dilakukan pemisahan daun singkong segar dari tangkai daun dan daun singkong yang menguning. Setelah sortasi, dilakukan penimbangan. Daun singkong segar ditimbang sebanyak 300 gram, kemudian penimbangan dilakukan kembali setelah daun dicuci, diblansing dan diiris. Pencucian dilakukan untuk menghilangkan benda asing dan kotoran yang menempel pada daun singkong.

Daun singkong yang telah dicuci bersih, selanjutnya dilakukan pemblansiran dengan direndam dalam air panas (90 - 100°C) selama 3 menit. Selanjutnya dilakukan penirisan selama 10 menit atau hingga air di permukaan daun berkurang.

Pengecilan ukuran atau pengirisan dilakukan dengan diiris-iris dengan ukuran sekitar 2 mm. Ukuran irisan ini disesuaikan dengan penelitian yang pernah dilakukan terhadap

pengecilan ukuran pada daun pandan [23]. Daun singkong yang telah diblansing kemudian diiris. Pengirisan ini perlu dilakukan untuk mempercepat proses pengeringan daun.

Setelah ditimbang daun singkong yang telah diiris, dikeringkan dengan menggunakan oven konveksi dengan suhu pengeringan : 30°C, 40°C, dan 50°C. Pengeringan daun dilakukan sampai kadar air basis basah 10%. Setelah dilakukan pengeringan, daun singkong yang telah kering digiling dengan alat penggiling.

Setelah penggilingan, dilakukan pengayakan. Pengayakan dilakukan dengan menggunakan ayakan 100 mesh untuk memperoleh tekstur tepung yang halus. Selanjutnya tepung daun singkong yang dihasilkan, dikemas dalam kemasan plastik *polypropylene* (PP) dengan ukuran 14 x 25 cm dan ketebalan 0,3 mm.

Pengolahan daun singkong dengan perlakuan tanpa blansing :

Proses pengeringan daun singkong tanpa blansing terdiri dari sortasi, penimbangan, pencucian, penirisan, pengecilan ukuran (pengirisan), pengeringan, penggilingan dan pengayakan. Tahapan pengolahan daun singkong menjadi tepung dengan perlakuan tanpa blansing sama dengan tahapan pengolahan daun singkong dengan perlakuan blansing, hanya tidak dilakukan proses blansing.

Parameter Pengamatan : kadar air (%) dengan thermogravimetri, kadar abu (%) dengan thermogravimetri, kadar protein dengan metode Kjeldahl [24], warna tepung daun singkong dengan Chromameter, rendemen (%), kadar HCN (%) dengan metode Volhard.

Hasil

Hasil uji statistik pengaruh suhu pengeringan dan blansing terhadap kadar air, kadar abu dan rendemen tepung daun singkong ternyata tidak terjadi interaksi. Hasil pengujiannya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 2. Pengaruh Suhu Pengeringan dan Blansing terhadap Rata-rata Kadar Air, Kadar Abu dan Rendemen Total Tepung Daun Singkong

Perlakuan/ <i>Treatment</i>	Kadar Air/ <i>Moisture Content</i> (%bb) \pm SD	Kadar Abu/ <i>Ash Content</i> (%) \pm SD	Rendemen Total/ <i>Dry Matter</i> (%) \pm SD
<u>Suhu Pengeringan/ <i>Drying Temperature</i> :</u>			
30°C	15,08 \pm 4,45 a	4,66 \pm 1,10 a	17,80 \pm 4,26 a
40°C	15,85 \pm 4,19 a	5,01 \pm 0,95 a	19,48 \pm 4,41 a
50°C	14,03 \pm 4,09 a	5,17 \pm 1,22 a	18,33 \pm 5,33 a
<u>Blansing/<i>Blanching</i> :</u>			
Blansing/ <i>Blanching</i>	17,00 \pm 4,83 a	4,13 \pm 0,62 b	17,27 \pm 5,24 a
Tanpa Blansing/ <i>Without Blanching</i>	12,97 \pm 1,83 b	5,76 \pm 0,75 a	19,81 \pm 3,48 a

Keterangan : Rata-rata perlakuan yang ditandai huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% menurut Uji Jarak Berganda Duncan/*Mean followed by the same letter on the same collume are not significant different according to DMRT test at 5% level.*

Hasil uji statistik pengaruh suhu pengeringan dan blansing terhadap kadar protein tepung daun singkong ternyata tidak terjadi interaksi. Hasil pengujiannya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh Suhu Pengeringan dan Blansing terhadap Rata-rata Kadar Protein Kasar dan HCN Tepung Daun Singkong

Perlakuan/ <i>Treatment</i>	Kadar Protein/ <i>Protein Content</i> (%) \pm SD	HCN* ¹ (%)
<u>Suhu Pengeringan/ <i>Drying Temperature</i>:</u>		
30°C	41,51 \pm 4,16 a	0,022
40°C	41,48 \pm 8,20 a	0,035
50°C	39,28 \pm 7,43 a	0,036

<u>Blansing/Blanching</u> :		
Blansing/Blanching	39,15 ± 4,87 a	0,027
Tanpa Blansing/Without Blanching	42,37 ± 7,87 a	0,035

Keterangan: Rata-rata perlakuan yang ditandai huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% menurut Uji Jarak Berganda Duncan/ *Mean followed by the same letter on the same collume are not significant different according to DMRT test at 5% level.* *)tanpa uji statistik.

Warna merupakan salah satu parameter yang menentukan kualitas tepung daun singkong. Warna menentukan apakah tepung daun singkong tersebut rusak atau tidak dikarenakan proses pengeringan. Karakteristik warna tepung daun singkong dapat dilihat dari hasil pengukuran nilai L^* , a^* , b^* , dan TCD. Warna tepung daun singkong diukur dengan menggunakan kromameter CR-400 minolta dengan parameter yang dibaca adalah L^* , a^* , b^* . Nilai L^* menunjukkan tingkat kecerahan. Hasil uji statistik mengenai pengaruh suhu pengeringan dan blansing terhadap nilai kecerahan L^* tepung daun singkong disajikan pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Pengaruh Suhu Pengeringan dan Blansing terhadap Rata-rata Nilai Kecenderungan L^* , a^* , b^* dan TCD Tepung Daun Singkong

Perlakuan/Treatment	$L^* \pm SD$	$a^* \pm SD$	$b^* \pm SD$	Nilai TCD $\pm SD$
<u>Suhu Pengeringan/</u> <u>Drying Temperature :</u>				
30°C	21,26 ± 4,04 a	-4,28 ± 3,07 a	25,44 ± 2,50 a	18,67 ± 3,96 a
40°C	21,05 ± 4,47 a	-3,32 ± 2,00 a	25,11 ± 2,32 b	21,41 ± 3,51 a
50°C	20,14 ± 3,94 a	-4,17 ± 1,13 a	24,19 ± 2,28 b	20,21 ± 3,75 a
<u>Blansing/Blanching :</u>				
Blansing/Blanching	20,78 ± 2,75 a	-2,66 ± 1,60 b	26,09 ± 2,09 a	21,33 ± 2,93 a
Tanpa Blansing/ Without Blanching	20,85 ± 5,10 a	-5,19 ± 1,93 a	23,74 ± 1,99 b	18,87 ± 4,19 a

Keterangan: Rata-rata perlakuan yang ditandai huruf kecil yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% menurut Uji Jarak Berganda Duncan/*Mean followed by the same letter on the same collume are not significant different according to DMRT test at 5% level.*

Pembahasan

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa perlakuan suhu tidak berbeda nyata terhadap kadar air tepung daun singkong. Tetapi faktor blansing berbeda nyata terhadap kadar air tepung daun singkong. Berdasarkan uji efek mandiri, perlakuan suhu pengeringan baik pada suhu 30°C, 40°C, dan 50°C tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar air tepung daun singkong. Rata-rata kadar air tepung daun singkong tertinggi terdapat pada taraf perlakuan suhu 40°C, yaitu 15,85% bb, sedangkan kadar air terendah terdapat pada taraf perlakuan suhu 50°C, yaitu 14,03% bb. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah air yang menguap pada suhu 50°C lebih besar dibandingkan dengan jumlah air yang menguap pada suhu 40°C dan 30°C [25]. Rata-rata kadar air tepung daun singkong terendah terdapat pada suhu tinggi, bahwa semakin tinggi suhu pengeringan yang digunakan, maka kadar air bahan akan semakin rendah. Kadar air tepung daun singkong terendah merupakan kadar air tepung daun singkong terbaik, karena dapat meningkatkan umur simpan dari tepung daun singkong.

Berdasarkan uji efek mandiri, taraf perlakuan blansing memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar air tepung daun singkong pada taraf perlakuan tanpa blansing. Kadar air tepung daun singkong terbaik terdapat pada taraf perlakuan tanpa blansing dengan rata-rata kadar air tepung daun singkong terendah, yaitu 12,97% bb, sedangkan rata-rata kadar air tepung daun singkong tertinggi terdapat pada taraf perlakuan blansing, yaitu 17,00% bb.

Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam bahan yang dinyatakan dalam persentase basis basah dan persentase basis kering. Kadar air juga merupakan salah satu karakteristik yang sangat penting pada bahan hasil pertanian, karena kadar air dapat mempengaruhi penampakan dan cita rasa pada bahan hasil pertanian. Kadar air dalam bahan juga menentukan kesegaran dan daya awet bahan hasil pertanian. Kadar air yang tinggi dapat

mengakibatkan bakteri, kapang, dan khamir untuk berkembang biak, sehingga akan terjadi perubahan pada bahan hasil pertanian. Kadar air kritis seperti pada beras jagung instan yang berkisar 25,1% (bk) ditandai oleh tumbuhnya jamur, lendir dan perubahan warna [26]. Sebaliknya untuk memperoleh mutu tepung daun seperti pada pandan dengan warna dan aroma yang baik harus diusahakan hingga kadar air 10% [23]. Oleh karena itu, perlu pengeringan untuk menurunkan kadar air bahan agar perkembangan mikroorganisme dan kegiatan enzim dapat terhenti dan waktu simpan lebih lama.

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa perlakuan suhu tidak berbeda nyata terhadap kadar abu tepung daun singkong. Tetapi faktor blansing berbeda nyata terhadap kadar abu tepung daun singkong. Berdasarkan uji efek mandiri, perlakuan suhu pengeringan baik pada suhu 30°C, 40°C, dan 50°C tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar abu tepung daun singkong. Kadar abu tepung daun singkong tertinggi merupakan kadar abu tepung daun singkong terbaik, karena kadar abu tepung daun singkong tertinggi mengandung banyak mineral. Rata-rata kadar abu tepung daun singkong tertinggi terdapat pada taraf perlakuan suhu 50°C, yaitu 5,17%, sedangkan terendah terdapat pada taraf perlakuan suhu 30°C, yaitu 4,66%.

Berdasarkan uji efek mandiri, pada taraf perlakuan blansing memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar abu tepung daun singkong pada taraf perlakuan tanpa blansing. Kadar abu tepung daun singkong terbaik terdapat pada taraf perlakuan tanpa blansing dengan rata-rata kadar abu tepung daun singkong tertinggi, yaitu 5,76%, sedangkan rata-rata kadar abu tepung daun singkong terendah terdapat pada taraf perlakuan blansing, yaitu 4,13%. Hal ini disebabkan karena proses blansing dengan air panas selama 3 menit dapat menurunkan kadar mineral air yang larut dalam air sehingga menurunkan kadar abu tepung daun singkong. Kadar abu menentukan besarnya kandungan mineral pada tepung daun singkong, seperti yang telah diketahui bahwa kandungan mineral yang terdapat dalam daun singkong terdiri dari zat besi, kalsium dan fosfor.

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa perlakuan ketiga suhu tidak berbeda nyata terhadap rendemen total tepung daun singkong. Perlakuan blansing juga tidak berbeda nyata terhadap rendemen total tepung daun singkong. Berdasarkan uji efek mandiri (uji masing-masing perlakuan karena tidak terjadi interaksi pada ANOVA), perlakuan ketiga suhu pengeringan tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap rendemen total tepung daun singkong. Rata-rata rendemen total tertinggi terjadi pada taraf perlakuan suhu 40°C, yaitu sebesar 19,48% dan rendemen total terendah terjadi pada taraf perlakuan suhu 30°C, yaitu sebesar 17,80%.

Berdasarkan uji efek mandiri, taraf perlakuan blansing tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap rendemen total pada taraf perlakuan tanpa blansing. Rendemen total tertinggi terjadi pada taraf perlakuan tanpa blansing, yaitu sebesar 19,81% dan terendah terjadi pada taraf perlakuan blansing, yaitu sebesar 17,27%.

Berdasarkan uji efek mandiri dapat disimpulkan bahwa perlakuan suhu pengeringan dan blansing tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap rendemen total tepung daun singkong. Hal ini diduga disebabkan karena tepung daun singkong yang dihasilkan pada tiap perlakuan memiliki perbedaan kadar air awal daun singkong segar yang mana hal ini akan mempengaruhi massa daun singkong setelah kering, dan kadar air daun singkong kering yang mempengaruhi penggilingan. Semakin tinggi kadar air daun singkong kering akan semakin sedikit daun tergiling dan terayak. Selain itu rendemen tepung daun singkong juga dipengaruhi oleh lama waktu penggilingan dan pengayakan. Daun kering yang memiliki kadar air rendah akan lebih mudah tergiling halus. Penggilingan daun dilakukan dengan menggunakan *grinder* dengan lama waktu tergiling 12 menit dalam satu kali penggilingan, sehingga total waktu penggilingan dengan empat kali ulangan adalah 48 menit. Selanjutnya dilakukan pengayakan dengan menggunakan ayakan 100 mesh dengan bantuan mesin pengayak (mesin *Ro-tap*) selama 6 menit untuk satu kali pengayakan, sehingga total waktu pengayakan dengan empat kali ulangan adalah 24 menit.

Nilai rendemen dihasilkan karena adanya kehilangan berat pada tahap pengolahan dalam pembuatan tepung daun singkong. Tahap proses pengolahan tersebut adalah pengirisan,

blansing/tanpa blansing, pengeringan, penggilingan, dan pengayakan (ukuran ayakan 100 mesh).

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa perlakuan suhu tidak berbeda nyata terhadap kadar protein tepung daun singkong. Perlakuan blansing juga tidak berbeda nyata terhadap kadar protein tepung daun singkong. Berdasarkan uji efek mandiri, perlakuan ketiga suhu pengeringan tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar protein tepung daun singkong. Kadar protein tepung daun singkong tertinggi merupakan kadar protein tepung daun singkong terbaik, karena kadar protein tertinggi mengandung banyak asam amino esensial. Rata-rata kadar protein tepung daun singkong tertinggi terdapat pada taraf perlakuan suhu 30°C, yaitu sebesar 41,51%, sedangkan terendah terdapat pada taraf perlakuan suhu 50°C, yaitu sebesar 39,28%.

Berdasarkan uji efek mandiri, taraf perlakuan blansing tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar protein tepung daun singkong pada taraf perlakuan tanpa blansing. Kadar protein terbaik terdapat pada taraf perlakuan tanpa blansing dengan rata-rata kadar protein tepung daun singkong tertinggi, yaitu sebesar 42,37%, sedangkan kadar protein tepung daun singkong terendah pada taraf perlakuan blansing, yaitu sebesar sebesar 39,15%. Hal ini sesuai dengan pernyataan Man [27], bahwa dengan pemanasan protein dapat mengalami denaturasi, karena semakin tinggi suhu makasemakin mudah protein terdenaturasi, hal ini juga disebabkan karena semakin berkurang kadar air tepung daun singkong maka semakin tinggi kadar protein tepung daun singkong yang dihasilkan.

Tanaman singkong mengandung senyawa glukosida sianogenik, glikosida sianogenik merupakan suatu ikatan organik yang dapat menghasilkan HCN yang bersifat toksik. Zat glikosida dinamakan linamarin. Jika jaringan sel tanaman rusak makalinamarin oleh enzim linamarinase akan terurai menjadi glukosa, aseton, dan HCN. Asam sianida atau hidrogen sianida (HCN) mempunyai sifat tidak berwarna, mudah menguap pada suhu kamar, mudah larut dalam air, dan mempunyai bau yang khas. Asam sianida biasanya terdapat dalam bentuk gas atau larutan. Salah satu cara untuk menurunkan kandungan HCN adalah dengan cara pengeringan [3]. HCN mempunyai salah satu sifat mudah menguap, dari sifatnya tersebut maka pengeringan ini sangat tepat untuk dilakukan.

Pembuatan tepung daun singkong dapat menurunkan kadar HCN. Adapun tahap proses pembuatan tepung daun singkong adalah pengirisan, blansing/tanpa blansing, pengeringan, penggilingan, dan pengayakan. Dimana pada tahap proses ini dapat menurunkan kadar HCN karena dapat merusak aktivitas enzim *linamarinase*. Seperti proses blansing saja dapat menurunkan kadar HCN, menurut Balagopalan [28] proses blansing dalam air mendidih 100°C selama 10 menit akan merusak aktivitas enzim *linamarinase* dan melarutkan HCN, proses pembuangan air rebusan dapat menurunkan atau menghilangkan kandungan sianida. Kadar HCN dapat diturunkan dengan cara penyimpanan, yaitu penyimpanan daun singkong dengan keadaan utuh dan dipotong-potong pada suhu kamar selama 5 hari, dan pengeringan daun singkong pada suhu 37°C selama 10 jam, kadar HCN dengan pemanasan dalam oven lebih cepat menurun, karena panas mempercepat penguapan sehingga mempercepat penurunan kandungan sianida dalam daun. Hasil penelitiannya menunjukkan kadar HCN tidak terdeteksi lagi selama penyimpanan 5 hari pada suhu kamar dan pengeringan selama 10 jam pada suhu 37°C.

Berdasarkan hasil pengujian kadar HCN, pada tepung daun singkong menunjukkan kadar HCN tepung daun singkong, yaitu 0,022-0,046% berat basah dan kadar HCN daun singkong segar, yaitu 0,053%. Dapat disimpulkan bahwa perlakuan suhu yang berbeda 30°C, 40°C, dan 50°C dan blansing/tanpadapat menurunkan kadar HCN. Adapun Kadar HCN tepung daun singkong disajikan pada Tabel 2.

Dari Tabel 2 dapat dilihat, bahwa kadar HCN terendah terjadi pada taraf perlakuan suhu 30°C dengan kadar HCN terendah sebesar 0,022%, dan taraf perlakuan blansing dengan kadar HCN terendah sebesar 0,027%. Sejumlah kecil sianida masih dapat ditoleransi oleh tubuh, tetapi jumlah sianida yang masuk ke tubuh tidak boleh melebihi 1 mg per kilogram berat badan per hari.

Penurunan kadar HCN daun dengan cara penyimpanan dan pengeringan, dapat menurunkan kadar HCN dengan menggunakan metode kertas pikrat untuk menganalisis kadar

HCN, tentunya kadar HCN dapat hilang dengan berbagai tahapan pada pembuatan tepung daun singkong (pengirisan, blansing, pengeringan, penggilingan, dan pengayakan). Tetapi pada penelitian tepung daun singkong masih memiliki kadar HCN. Pengujian HCN tepung daun singkong dilakukan dengan metode volhad. Perbedaan metode yang digunakan menyebabkan hasil analisis kadar HCN yang berbeda. Ada baiknya pengujian kadar HCN daun singkong dilakukan dengan metode spektrofotometri, pada daun singkong segar dan daun singkong yang direbus. Kadar HCN daun segar adalah sebesar 0,010 ppm dan daun yang direbus menurun sebesar 0,003 menjadi 0,007 ppm. Hal ini mungkin dilihat dari jenis tanaman singkong, umur daunnya, dan lahan pertumbuhan tanaman singkong. Tetapi nilai ini sangat kecil sekali bila dibandingkan dengan nilai HCN tepung daun singkong yang telah diuji dengan metode volhad dengan jenis tanaman singkong Adira 1 yang kadar HCN-nya lebih sedikit. Oleh karena itu perlunya penelitian lebih lanjut untuk menguji kadar HCN tepung daun singkong dengan metode spektrofotometri.

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa perlakuan suhu dan blansing tidak berbeda nyata terhadap nilai L^* . Berdasarkan uji efek mandiri, perlakuan ketiga suhu pengeringan tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap nilai kecerahan L^* . Nilai L^* tepung daun singkong tertinggi merupakan nilai L^* tepung daun singkong terbaik, karena nilai L^* tertinggi menunjukkan warna tepung daun singkong lebih cerah. Rata-rata nilai L^* tertinggi terjadi pada taraf perlakuan suhu 30°C dengan tingkat kecerahan 21,26, dan terendah terjadi pada taraf perlakuan suhu 40°C dengan tingkat kecerahan 21,05. Berdasarkan uji efek mandiri, taraf perlakuan blansing tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap nilai kecerahan L^* pada taraf perlakuan tanpa blansing. Nilai L^* terbaik terdapat pada taraf perlakuan tanpa blansing dengan rata-rata nilai kecerahan L^* tertinggi yaitu sebesar 20,85, sedangkan nilai L^* terendah terdapat pada taraf perlakuan blansing dengan nilai kecerahan L^* , yaitu sebesar 20,78.

Nilai a^* menunjukkan warna kromatik campuran merah-hijau, dimana nilai $+a$ (positif) menunjukkan warna kromatik campuran merah dan nilai $-a$ (negatif) menunjukkan warna hijau. Pengukuran warna tepung daun singkong menunjukkan nilai $-a$ (hijau). Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa perlakuan suhu tidak berbeda nyata terhadap nilai a^* tepung daun singkong. Tetapi faktor blansing berbeda nyata terhadap nilai a^* tepung daun singkong.

Berdasarkan uji efek mandiri, perlakuan ketiga suhu pengeringan tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap nilai a^* tepung daun singkong. Nilai a^* tepung daun singkong terendah merupakan nilai a^* tepung daun singkong terbaik, karena nilai a^* terendah menunjukkan warna tepung daun singkong mendekati nilai a^* daun segar. Nilai a^* tertinggi terdapat pada taraf perlakuan suhu 40°C , yaitu sebesar -3,32 dan nilai a^* terendah terdapat pada taraf perlakuan suhu 30°C , yaitu sebesar -4,28. Berdasarkan uji efek mandiri, taraf perlakuan blansing memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap nilai a^* dengan taraf perlakuan tanpa blansing. Nilai a^* tertinggi terjadi pada taraf perlakuan blansing, yaitu sebesar -2,66 dan terendah terjadi pada taraf perlakuan tanpa blansing, yaitu sebesar -5,19.

Warna hijau pada daun segar dan tepung daun ditandai dengan nilai $-a^*$ (negatif) menunjukkan warna hijau dari 0-(-80). Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis terhadap nilai a^* tepung daun singkong, semakin negatif nilai $-a^*$ maka warnanya semakin hijau, karena mendekati nilai $-a^*$ daun segar (-16,24).

Nilai b^* menunjukkan warna kromatik campuran biru-kuning dengan nilai $+b$ (positif) menunjukkan warna kuning dan nilai $-b$ (negatif) menunjukkan warna biru. Pengukuran warna tepung daun singkong menunjukkan nilai $+b$ (kuning). Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa perlakuan ketiga suhu berbeda nyata terhadap nilai b^* tepung daun singkong. Perlakuan blansing juga berbeda nyata terhadap nilai b^* tepung daun singkong. Berdasarkan uji efek mandiri, taraf perlakuan suhu 30°C memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap nilai b^* pada taraf perlakuan suhu 40°C dan 50°C . Rata-rata nilai b^* tertinggi terjadi pada taraf perlakuan suhu 30°C , yaitu sebesar 25,44 dan terendah terjadi pada taraf perlakuan suhu 50°C , yaitu sebesar 24,19. Berdasarkan uji efek mandiri, taraf perlakuan blansing memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap nilai b^* dengan taraf perlakuan tanpa blansing. Rata-rata

nilai b^* tertinggi terjadi pada taraf perlakuan blansing, yaitu sebesar 26,09 dan terendah terjadi pada taraf perlakuan tanpa blansing, yaitu sebesar 23,74.

Berbagai warna alami pada bahan hasil pertanian mengalami perubahan pada saat proses pengeringan. Pada umumnya bahan hasil pertanian yang dikeringkan dapat berubah warna menjadi kecoklatan. Proses pencoklatan bisa terjadi karena reaksi enzimatik atau nonenzimatik dan perlakuan mekanis. Enzim polifenol oksidase merupakan penyebab utama reaksi pencoklatan secara enzimatik. Pencoklatan akibat faktor nonenzimatik merupakan perubahan warna karena pengolahan akibat panas.

Nilai total perbedaan warna atau TCD dapat ditentukan dengan pengukuran nilai L^* , a^* , b^* yang dilakukan pada daun singkong segar dan juga pada tepung daun singkong. Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa perlakuan ketiga suhu tidak berbeda nyata terhadap nilai TCD tepung daun singkong. Perlakuan blansing juga tidak berbeda nyata terhadap nilai TCD tepung daun singkong. Berdasarkan uji efek mandiri, perlakuan ketiga suhu pengeringan tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap nilai TCD tepung daun singkong. Jika dilihat dari nilainya, TCD akan semakin rendah jika suhu diturunkan. Seperti yang terlihat pada Tabel 3, nilai TCD tertinggi terjadi pada taraf perlakuan suhu 40°C dengan nilai TCD yaitu sebesar 21,41 dan nilai TCD terendah terjadi pada taraf perlakuan suhu 30°C yaitu sebesar 18,67.

Berdasarkan uji efek mandiri, taraf perlakuan blansing tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap nilai TCD pada taraf perlakuan tanpa blansing. Nilai TCD tertinggi terjadi pada taraf perlakuan blansing, yaitu sebesar 21,33 dan terendah terjadi pada taraf perlakuan tanpa blansing, yaitu sebesar 18,87.

Dilihat dari rata-rata nilai TCD tepung daun singkong (Tabel 3) menunjukkan bahwa perubahan warna daun singkong segar menjadi tepung daun singkong sangat banyak karena nilai *Total Color Difference* (TCD) melebihi 12 [29]. Hal ini dapat disebabkan karena laju pengeringan. Laju pengeringan yang berlangsung cepat dapat menyebabkan terjadinya perubahan warna, selain itu juga dipengaruhi oleh proses penggilingan.

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa perlakuan suhu 30°C merupakan perlakuan terbaik, perlakuan ini mempunyai kadar protein tertinggi (41,51%), nilai kecerahan L^* tertinggi (21,26), nilai a^* terendah (-4,28), nilai TCD terendah (18,67), dan kadar HCN terendah (0,022%). Perlakuan tanpa blansing merupakan perlakuan terbaik, dan perlakuan ini mempunyai kadar air terendah (12,97%), kadar abu tertinggi (5,76%), kadar protein tertinggi (42,37%), nilai L^* tertinggi (20,85), nilai a^* terendah (-5,19), nilai b^* terendah (23,74), TCD terendah (18,87), dan rendemen total tertinggi (19,81%). Tepung daun singkong dengan perlakuan suhu 30°C dan tanpa blansing menghasilkan tepung daun singkong yang terbaik dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Daftar Pustaka

- [1] Oey Kam Nio, 1992. Daftar Analisis Bahan Makanan. UI Press, Jakarta.
- [2] Hendershout, C. R. 1972. In a Literature Review and Research Recommendations on Cassava. University of Georgia. Athen. Georgia.
- [3] Adegbola, A.A. 1977. Methionine as an additive to cassava based diets. In: *Proceedings of a workshop held at the University of Guelph*. IDRC and University of Guelph, Ottawa, p : 9-17.
- [4] Muchtadi, D., CH.Wijaya, S. Koswara dan R. Afrina, 1995. Pengaruh Pengeringan dengan Alat Pengering Semprot dan Drum terhadap aktivitas antitrombotik bawang putih dan bawang merah. *Bul. Teknol. dan Industri Pangan* 6(3):28-32.
- [5] Chung, D.S. and D.I. Chang, 1982. Principles of Food Dehydration. *J. Food Protect.* 45(5):475-478.
- [6] Gogus, F. And M. Maskan, 1998. Water Transfer in Potato During Air Drying. *Drying Techno.* 16(8):1715-1728.
- [7] Sinaga, R.M., 1990. Penggunaan alat pengering vortex terhadap mutu bawang putih. *Bul. Penel. Hort.* 19(4):63-70.

- [8] Asgar, A. dan R.M. Sinaga, 1992. Pengeringan bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) dengan menggunakan ruang berpembangkit vortex. *Bul. Penel. Hort.* 22(1):48-52.
- [9] Musaddad, D. dan R.M. Sinaga, 1994. Pengaruh suhu penyimpanan terhadap mutu bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). *Bul. Penel. Hort.* 26(2):134-141.
- [10] Moehamed, S. and Hessein, R. 1994. Effect of low temperature blanching, Cysteine-HCl, N-acetyl-L-Cysteine, Na-Metabisulphit and drying temperature on the firmness and nutrient content of dried carrots. *J. Food Proc and Pres.* 18 : 343-348.
- [11] Marpaung, L. dan R.M. Sinaga, 1995. Orientasi Perlakuan Pengeringan dan Kadar Garam terhadap Mutu Irisan Bawang Putih. *Bul. Penel. Hort.* 27(3):143-152.
- [12] Hartuti, N. dan Asgar, A. 1995. Pengaruh suhu pengeringan dan tebal irisan terhadap mutu tepung dua kultivar bawang merah. *Prosiding seminar ilmiah Nasional komoditas sayuran.* Hlm. 617-624.
- [13] Histifarina, D. Dan R.M. Sinaga, 1999. Pengaruh suhu dan lama pengeringan terhadap mutu tepung wortel. *Bul. Pasca Panen Hortikultura* 1(4):25-30.
- [14] Herastuti, S.R., S.T. Soekarto, D. Fardiaz, B. Sri Laksmi Jennie dan A. Tomomatsu, 1994. Stabilitas provitamin A dalam pembuatan tepung wortel (*Daucus carota*). *Bul. Penel. Ilmu fan Teknol. Pangan* 2(2):59-66.
- [15] Sinaga, R.M., 2001. Pengaruh perlakuan suhu dan tekanan vakum terhadap karakteristik seledri (*Apium graveolens* L.) kering. *J. Hort.* 11(3):215-222.
- [16] Histifarina, D., D. Musaddad dan E. Murtiningsih, 2004. Teknik pengeringan dalam oven untuk irisan wortel kering bermutu. *J. Hort.* 14(2):107-112.
- [17] Quintero-Ramos, A., M.C. Bourne and A. Anzaldua-Morales, 1992. Texture and rehydration of rehydrated carrots as affected by low temperature blanching. *J. Food Sci.* 57(5):1127-1128.
- [18] Histifarina, D. Dan R.M. Sinaga, 1996. Pengaruh perendaman dan suhu pengeringan terhadap mutu tepung bawang putih. *Prosiding Seminar Nasional Komoditas Sayuran* 24 Oktober 1995-603-608.
- [19] Artnaseaw, A., T. Somnuk, and C. Benjapiyaporn, 2009. Drying Characteristic of Shitake Mushroom and Heat Jinda Chilli During Vacuum Pump Drying. *Journal of Food and Bioproduct Processing* Vol. 109 No. 10 : 1-10.
- [20] Asgar, A. dan D. Musaddad, 2008. Pengaruh Media, Suhu dan Lama Blansing sebelum Pengeringan terhadap Mutu Lobak Kering. *J. Hort.* 18(1):87-94.
- [21] Asgar, A. dan D. Musaddad, 2006. Pengaruh Media, Suhu dan Lama Blansing sebelum Pengeringan terhadap Mutu Wortel Kering. *J. Hort.* 16(3):245-252.
- [22] Asgar, A. dan D. Musaddad, 2006. Pengaruh Media, Suhu dan Lama Blansing sebelum Pengeringan terhadap Mutu Kubis Kering. *J. Hort.* 16(4):349-355.
- [23] Hafiz, I.L., 2008. Pengaruh lama dan suhu pengeringan terhadap mutu tepung pandan. *Skripsi.* Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan, halaman 36.
- [24] AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemist, In-Arlington, Virginia.
- [25] Asgar, A., A. S. Komariah dan N. S. Achyadi, 1998. Pengaruh suhu dan lama pengeringan terhadap mutu keripik kentang granola. *J.Hort.* 8(2):1122-1129.
- [26] Supriadi, A., Sugiyono, ST. Soekarto dan Purwiyatno Haryadi, 2004. Kajian Isotermik Air dan Umur Simpan Beras Jagung Instan. Forum Pascasarjana. *Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia* 27(3):221-230.
- [27] Man, John de. 1997. *Kimia Makanan, edisi kedua.* Penerjemah Padmawinata, K. Penerbit ITB, Bandung, halaman 113.
- [28] Balagopalan, C. 2002. Cassava Utilization in Food, Feed and Industry. Cassava : *Biology Production an Utilizion.* P: 301-318.
- [29] Widyasanti, A. 2010. *Determination Parameter and Mathematical Model Verification of Temperature Rise During Ohmic Pasteurization of Mixed Orange-Carrot Juice.* Tesis. Asian Institute of Technology. Bangkok

FT-18

Uji Efektifitas Ekstrak Daun Brotowali (*Tinospora Crispa* L) Sebagai Insektisida Nyamuk *Aedes Aegypti*

Rahayuningsih Dwi^{1, a)} Maysaroh Nur Istikomah¹ Santi Tri Rahayu¹ Herliana Endang Supriyatini¹ Ferina Hana Tunjung Trisna¹ dan Endah Nur Wahyuningsih²

¹Mahasiswa Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro

²DosenStaff Pengajar Bagian Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat dan Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro

^{a)}*dwirahayuningsih328@yahoo.com*

Abstrak. Demam berdarah termasuk penyakit menular berbahaya yang dapat menimbulkan kematian dalam waktu singkat dan menimbulkan wabah. Salah satu vektor penyebab demam berdarah adalah nyamuk *Aedes aegypti*. Penggunaan insektisida kimia dalam pemberantasan vektor demam berdarah dapat memicu terjadinya resistensi yang lebih tinggi pada nyamuk. Alternatif pengganti insektisida kimia adalah dengan menggunakan insektisida nabati salah satunya berasal dari daun brotowali yang mengandung alkaloid. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang bertujuan untuk mencari efektifitas ekstrak daun brotowali terhadap kematian nyamuk *Ae. aegypti*. Dalam penelitian ini digunakan empat konsentrasi ekstrak brotowali yaitu 20.000 ppm, 40.000 ppm, 100.000 ppm, 150.000 ppm dan satu kelompok kontrol tanpa ekstrak. Setiap kelompok pengujian berisi 20 nyamuk yang disemprot dengan ekstrak sesuai konsentrasi yang dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali dan diamati selama lima menit sekali dalam satu jam. Konsentrasi yang paling efektif untuk membunuh nyamuk adalah konsentrasi 150.000 ppm.

Kata kunci: efektifitas insektisida, brotowali, *Aedes aegypti*

Abstract. Dengue fever including dangerous infectious disease that can cause death within a short time and cause epidemics. One of the causes of dengue vector is *Aedes aegypti*. The use of chemical insecticides in eradication of dengue vectors can trigger a higher resistance in mosquitoes. Alternatives to chemical insecticides is to use botanical insecticide one of which comes from the leaves brotowali that containing alkaloids. This study is an experimental research aimed to finding effective brotowali leaf extracts against *Aedes aegypti* death. This study used four brotowali extract concentration is 20,000 ppm, 40,000 ppm, 100,000 ppm, 150,000 ppm and a control group without the extract. Each test group contained 20 mosquitoes sprayed with the appropriate concentration of the extract be repeated three times and observed for five minutes once in an hour. The most effective concentration to kill mosquitoes is the concentration of 150,000 ppm.

Keywords: the effectiveness of insecticides, brotowali, *Aedes aegypti*

Pendahuluan

Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit yang disebabkan oleh virus dengue dan ditularkan oleh vektor nyamuk *Aedes aegypti* [1]. Kota Semarang menduduki peringkat pertama angka kesakitan DBD di Jawa Tengah selama tiga tahun berturut-turut, yaitu pada tahun 2008-

2010 [2] dengan *incidence rate* (IR) tahun sebesar 2009 adalah 262,1/100.000 penduduk, tahun 2010 sebesar 368,70/100.000 dan tahun 2011 sebesar 71,89/100.000 penduduk.

Aedes aegypti merupakan nyamuk yang dapat berperan sebagai vektor penyakit DBD. *Aedes aegypti* mengalami metamorfosis sempurna yaitu dengan bentuk siklus hidup berupa telur, larva (beberapa instar), pupa dan nyamuk dewasa [3]. Telur *Ae. aegypti* dalam keadaan kering dapat tahan bertahun – tahun lamanya. Telurnya tidak akan menetas sebelum tanah digenangi air dan telur akan menetas dalam waktu satu sampai tiga hari pada suhu 30°C tetapi membutuhkan tujuh hari pada suhu 16°C. Stadium jentik berlangsung selama 2-4 hari. Jentik memiliki kepala yang cukup besar serta thorax dan abdomen yang cukup jelas. Jentik menggantungkan dirinya pada permukaan air untuk mendapatkan oksigen dari udara. Jentik menyaring mikroorganisme dan partikel-partikel lainnya dalam air. Jentik biasanya melakukan pergantian kulit sebanyak empat kali dan berubah menjadi pupa sesudah tujuh hari [4]. Pupa berbentuk agak pendek, tidak makan tetapi tetap aktif bergerak dalam air terutama bila terganggu. Pupa akan berenang naik turun dari bagian dasar ke permukaan air. Dalam waktu dua atau tiga hari perkembangan pupa sudah sempurna, maka kulit pupa pecah dan nyamuk dewasa muda segera keluar dan terbang [5].

Pemberantasan vektor yang dilakukan sebagai upaya penanggulangan penyakit demam berdarah saat terjadinya wabah salah satunya dengan teknik pengasapan rumah (*fogging*) yang menggunakan insektisida *malathion*. *Malathion* termasuk ke dalam golongan *organophosphate*. Penggunaan *organophosphate* untuk pengendalian nyamuk masih bisa tetapi harus menaikkan dosisnya dan berdampak pada biaya yang lebih mahal dan resistensi akan lebih tinggi. Maka dari itu perlu adanya suatu insektisida alternatif yang terbuat dari bahan-bahan alami. Salah satu bahan alami yang dapat digunakan adalah tanaman brotowali.

Tanaman brotowali (*Tinospora crispa* L.) mengandung senyawa pikoretin, berberin, kolumbina palmatina yang termasuk senyawa golongan alkaloid, pikoretosid dan tinokrisposid yang merupakan suatu senyawa glikosida serta saponin dan tanin [6]. Senyawa golongan alkaloid merupakan senyawa yang bersifat racun aktif yang tersusun dari karbon, hidrogen dan nitrogen yang dapat merusak sistem syaraf, mengganggu pernapasan dan merusak kemampuan reproduksi. Kurniawati [7] menyimpulkan bahwa pemberian konsentrasi ekstrak batang brotowali (*T. crispa* L.) sebesar 75 g/l air mampu mengendalikan keong mas (*Pomacea* sp.) dengan waktu awal kematian 12 jam setelah aplikasi, LT₅₀ 28,25 jam dan mortalitas total sebesar 86,99% [7]. Berdasarkan uraian diatas maka peneliti ingin menguji efektifitas ekstrak daun brotowali sebagai insektisida nyamuk *Ae. aegypti*.

Bahan dan Metode

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai bulan Mei 2016. Maserasi daun brotowali dilakukan di Laboratorium Teknologi Pangan Unika. Pengujian ekstraksi terhadap nyamuk *Aedes aegypti* dilakukan di Laboratorium Entomologi Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Diponegoro.

Bahan

Bahan uji yang digunakan dalam penelitian adalah daun brotowali. Pembuatan ekstrak daun brotowali dilakukan secara maserasi, yaitu dengan menimbang serbuk daun brotowali kemudian ditambahkan pelarut etanol 70% [8]. Proses maserasi dibantu dengan pengadukan selama 3 jam. [9] Setelah proses pengadukan selesai lalu didiamkan dan direndam selama satu malam, kemudian dilakukan penyaringan. Filtrat yang dihasilkan diuapkan pelarutnya menggunakan evaporator dengan pengurangan tekanan sampai dihasilkan ekstrak kental [10]. Ekstrak kental yang diperoleh digunakan sebagai bahan baku uji efektifitas.

Prosedur Penelitian

Pengembangbiakan nyamuk *Ae. aegypti* dilakukan dengan menetasakan telur nyamuk *Aedes* ke dalam wadah kecil yang berisi air dan dibiarkan sampai telur tersebut berkembang menjadi

nyamuk dengan diberi makan pelet pada stadium larva. Nyamuk yang telah keluar dari kepompong yang berumur 5 hari ditangkap dengan aspirator dan dipindahkan ke kotak perlakuan masing-masing sebanyak 20 ekor.

Pembuatan Variasi Konsentrasi Maserat

Untuk mendapatkan maserat daun brotowali dilakukan dengan metode maserai. Setelah didapatkan maserat daun brotowali kemudian dilakukan penimbangan maserat sebanyak 2 gram untuk konsentrasi 20.000 ppm, 4 gram untuk konsentrasi 40.000 ppm, 10 gram untuk konsentrasi 100.000 ppm dan 15 gram untuk konsentrasi 150.000 ppm. Masing-masing maserat dilarutkan dengan 100 ml aquades.

Perlakuan Hewan Uji

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental yang bertujuan untuk mencari efektifitas ekstrak daun brotowali terhadap kematian nyamuk *Ae. aegypti*. Dalam penelitian ini digunakan empat konsentrasi ekstrak brotowali yaitu 20.000 ppm, 40.000 ppm, 100.000 ppm, 150.000 ppm dan satu kelompok kontrol tanpa ekstrak. Setiap kelompok pengujian berisi 20 nyamuk yang disemprot dengan ekstrak sesuai konsentrasi yang dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali dan diamati selama lima menit sekali dalam satu jam. Parameter yang diamati adalah kematian nyamuk.

Analisis data

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan aplikasi SPSS versi 16 dengan analisis *One Way Anova* untuk mengetahui perbandingan rata-rata kematian nyamuk pada masing-masing konsentrasi. Analisis *One Way Anova* digunakan karena data hasil penelitian berdistribusi normal [11].

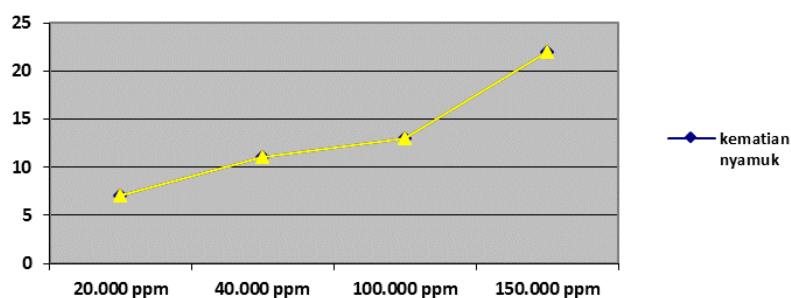
Hasil

Penelitian ini dilakukan pada nyamuk *Ae. aegypti* dewasa. Nyamuk *Ae. aegypti* disemprot dengan ekstrak daun brotowali dan diamati kematiannya selama 60 menit. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil kematian nyamuk *Aedes aegypti* yang dipaparkan dengan ekstrak daun brotowali diamati selama 60 menit

Konsentrasi (ppm)	Jumlah Nyamuk Uji (ekor)	Jumlah Kematian Nyamuk						Total	Rata-rata	
		Replikasi I		Replikasi II		Replikasi III			Ekor	%
		Ekor	%	Ekor	%	Ekor	%			
0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20000	20	2	10	3	15	2	10	7	2.33	11.67
40000	20	4	20	3	15	4	20	11	3.67	18.33
100000	20	4	20	4	20	5	25	13	4.33	21.67
150000	20	5	25	9	45	8	40	22	7.33	36.67

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa rata-rata kematian nyamuk *Ae. aegypti* paling banyak adalah pada konsentrasi 150.000 ppm dengan rata-rata kematian nyamuk sebanyak 7,33 ekor (36,67%), sedangkan yang paling sedikit adalah pada konsentrasi 20.000 ppm dengan rata-rata kematian nyamuk sebanyak 2,33 ekor (11,67%). Pada kelompok kontrol tidak ada satupun nyamuk *Ae. aegypti* yang mati (0%).

Gambar 1. Grafik kematian nyamuk *Aedes aegypti* pada semua konsentrasi

Berdasarkan grafik di atas dapat diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi maka semakin banyak nyamuk *Ae. aegypti* yang mati. Kematian nyamuk yang tertinggi pada konsentrasi 150.000 ppm.

Tabel 2. Hasil uji *One Way Anova* untuk kematian nyamuk *Aedes aegypti* terhadap ekstrak daun brotowali

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	24.150	3	8.050	3.975	.027
Within Groups	32.400	16	2.025		
Total	56.550	19			

Berdasarkan uji *One Way Anova* dengan tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$) diketahui bahwa nilai signifikansi $p = 0,027$ ($p < 0,05$) dan nilai F hitung = 3,975. Hal ini berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi ekstrak daun brotowali terhadap kematian nyamuk *Ae. aegypti*. Setelah diketahui ada perbedaan dilanjutkan ke analisis *Tukey* dan diperoleh hasil bahwa dari semua konsentrasi, konsentrasi yang memiliki perbedaan yang signifikan adalah konsentrasi 20.000 ppm dan 150.000 ppm.

Pembahasan

Konsentrasi Ekstrak Daun Brotowali (*Tinospora crispa* L.) Terhadap Kematian Nyamuk *Aedes aegypti*.

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa rata-rata kematian nyamuk setelah dilakukan perlakuan pada kelompok kontrol tidak terdapat nyamuk yang mati, pada konsentrasi terendah 20000 ppm rata-rata kematian nyamuk sebesar 2,34 ekor (11,67%), konsentrasi 40000 ppm sebesar 3,67 ekor (18,34%), konsentrasi sebesar 100000 ppm 4,34 ekor (21,67%) dan konsentrasi 150000 ppm sebesar 7,34 ekor (36,67%). Hasil perlakuan tersebut menunjukkan bahwa peningkatan kematian nyamuk *Ae. aegypti* sebanding dengan peningkatan konsentrasi ekstrak daun brotowali (*T. crispa* L.), semakin tinggi konsentrasi ekstrak maka semakin tinggi pula rata-rata kematian nyamuk *Ae. aegypti* (Gambar 1). Hal ini membuktikan bahwa rendahnya konsentrasi ekstrak memiliki kadar toksik yang rendah sehingga menyebabkan kematian nyamuk yang rendah. Sebaliknya dengan konsentrasi ekstrak yang tinggi memiliki kadar toksik yang tinggi juga sehingga menyebabkan kematian nyamuk menjadi tinggi.

Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Wiryadiputra, dkk (2014) bahwa semakin tinggi tingkat konsentrasi ekstrak tanaman picung (*Pangium edule*) maka semakin sedikit serangga PBKo yang masih bertahan hidup [12]. Maserat daun brotowali (*T. crispa* L.) mengandung bahan aktif alkaloid, saponin dan tanin. Senyawa tanin berfungsi dalam menghambat makan serangga. Tanin dapat menurunkan kemampuan mencerna makanan dengan cara menurunkan aktivitas enzim pencernaan (protease dan amilase) serta mengganggu aktivitas protein usus [13]. Begitu juga dengan senyawa alkaloid yang bertindak sebagai racun perut. Senyawa saponin dapat menghambat kerja enzim yang menyebabkan penurunan kerja alat pencernaan dan penggunaan protein, serta merusak membran [14][15] Senyawa yang bersifat menghambat makan juga memiliki sifat toksik terutama melalui penghambatan sistem syaraf serangga [16]. Kematian nyamuk dapat terjadi karena maserat daun brotowali (*T. crispa* L.)

berfungsi sebagai racun syaraf serta menghambat pertumbuhan nyamuk [17]. Hal ini sesuai dengan pernyataan Nasir dan Lasmini bahwa senyawa biokatif dapat merusak sistem saraf nyamuk dan menyebabkan sistem saraf tidak berfungsi sehingga dapat membunuh nyamuk [18].

Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Daun Brotowali (*Tinospora crispa* L.) Terhadap Kematian Nyamuk *Aedes aegypti* dengan Uji Anova

Berdasarkan hasil uji anova dengan tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$) diketahui bahwa nilai signifikansi $p = 0,027$ ($p < 0,05$). Hal ini berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara konsentrasi ekstrak daun brotowali (*T. crispa* L.) dengan rata-rata kematian nyamuk *Aedes aegypti*.

Aktifitas dan metabolisme nyamuk *Aedes aegypti* dipengaruhi secara langsung oleh faktor lingkungan, diantaranya suhu dan kelembaban.

Suhu Ruangan Penelitian

Hasil pengukuran suhu ruangan penelitian yang diukur selama melakukan penelitian adalah sekitar 24°C – 27°C suhu udara tersebut tidak mempengaruhi penelitian, menurut Jumar [19] suhu yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat mempengaruhi kelangsungan hidup nyamuk, dimana suhu minimum adalah 15°C dan suhu maksimum pada 45°C [19]. Suhu udara mempengaruhi perkembangan virus dalam tubuh nyamuk, tingkat menggigit, istirahat dan perilaku kawin, penyebaran dan durasi siklus gonotropik [20].

Kelembaban Udara Ruangan Penelitian

Hasil pengukuran kelembaban udara dalam ruangan penelitian yang juga diukur selama melakukan penelitian yaitu sekitar 68% - 70%. Kelembaban tersebut tidak mengganggu kelancaran penelitian karena menurut Jumar [19] bahwa kelembaban udara yang mendukung kehidupan nyamuk adalah sekitar 60% sampai 89%. Kelembaban mempengaruhi umur nyamuk, jarak terbang, kecepatan berkembang biak, kebiasaan menggigit, istirahat dan lain-lain. Pada kelembaban kurang dari 60% umur nyamuk menjadi pendek [21].

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa ekstrak daun brotowali dapat digunakan sebagai insektisida alami untuk membunuh nyamuk *Ae. aegypti*. Berdasarkan penelitian ini konsentrasi ekstrak daun brotowali yang paling efektif adalah konsentrasi 150.000 ppm. Dari penelitian ini diharapkan ada penelitian selanjutnya yang menguji kembali keefektifan ekstrak daun brotowali sebagai insektisida nyamuk *Aedes aegypti* dengan konsentrasi yang lebih tinggi dan waktu pengamatan yang lebih lama.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kami sampaikan kepada DIKTI yang telah mendukung secara finansial dalam kegiatan program kreativitas mahasiswa bidang penelitian eksakta. Terima kasih pula pada semua pihak yang telah membantu selama penelitian ini berlangsung, mulai dari persiapan, pelaksanaan, hingga proses penulisan

Daftar Pustaka

- [1] Kementerian Kesehatan RI. 2011. *Profil Data Kesehatan Indonesia Tahun 2011*. Jakarta.
- [2] Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah. 2011. *Profil Kesehatan Jawa Tengah Tahun 2011*.
- [3] Indrawati, Ratianingsih dan Jaya,. 2014. Mengkaji Model Pengendalian Populasi *Aedes Aegypti* Dengan Sterile Insect Tehnique (Sit) Dan Kombinasinya Dengan Insektisida I. *Online Jurnal of Natural Science*, Vol.3(1): 75-88.
- [4] Harwood, RF and James, MT. 1979. *Entomology in Human and Animal Health*. 7 th Ed. Mc Millan Pub. Co.p. 548.
- [5] Sembel DT. 2009. *Entomologi Kedokteran*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- [6] Santa dan Ambanpgrajogeo.Studi Taksonomi Brotowali *Tinospora Crispa* (L.)*Jurnal Warta Tumbuhan Obat Indonesia*.Volume 4 No. 2.

- [7] Devi Kurniawati, Rusli dan Hennie. 2015. Pemberian Beberapa Konsentrasi Ekstrak Brotowali (*Tinosporacrispa* L.) untuk Mengendalikan Keong Mas (*Pomacea* sp.) Pada Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) Vol. 2 No. 1.
- [8] Susanti, L., dan Boesri, H., 2012. Toksisitas Biolarvasida Ekstrak Tembakau Dibandingkan dengan Ekstrak Zodia Terhadap jentik Vektor Demam Berdarah Dengue (*Aedes aegypti*), *Jurnal Bul. Penelitian Kesehatan* Vol.40: 75-84.
- [9] Ifa ahdiyah dan kristanti. 2015. Pengaruh ekstrak daun mangkokan (*Nothopanax scutellarium*) sebagai larvasida nyamuk culex sp. *Jurnal sains dan seni ITS* vol.4 no.2. : 2337-3520.
- [10] Susanto, E. 2001. Pengaruh metoda ekstraksi terhadap rendemen xanthorrhiza Roxb. *Warta IHP/J. Of Agro-based Industry*. 18 (1-2) : 32-36.
- [11] Ika Merdeka, Musjaya, Umrah1 dan Fahri. 2015. Efektivitas minyak atsiri daun kemangi (*Ocimum tenuiflorum* L.), daun jeruk purut (*Citrus hystrix* d.c.) Daun mimba (*Azadirachta indica* a.juss.), sebagai repellent nyamuk *Aedes aegypti* L. *Online Jurnal of Natural Science* Vol 4(1) :1-9
- [12] Soekadar Wiryadiputra, Ifitachiatur Rusda dan Iis Nur Asyiah. 2014. Pengaruh Ekstrak Tanaman Picung (*Pangium edule*) sebagai Pestisida Nabati Terhadap Mortalitas Penggerek Buah Kopi. *Pelita Perkebunan*. Volume 30, No.3
- [13] Westendarp H. 2006. *Effects of Tannins In Animal Nutrition. Dutsch Tierarztl Wochenschr.*
- [14] Yunita, E., Suprpti, N., dan Hidayat, J.. 2009. Pengaruh Ekstrak Daun Teklan (*Eupatorium riparium*) terhadap Mortalitas dan Perkembangan Larva *Aedes aegypti*. *Bioma*, Juni 2009. Vol. 11, No. 1, Hal. 11-17
- [15] Danusulistyo, M. 2011. Uji Larvasida Ekstrak Daun Lidah Buaya (*Aloe vera* L) Terhadap Kematian Larva Nyamuk *Anopheles aconitus* Donitz. *Skripsi*. Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah, Surakarta.
- [16] Schoonhoven, L.M., 1982. *Biological Aspect of Antifeedants. Ent. Exp. & Appl.* (31): 231
- [17] M. Syakir. 2011. Status Penelitian Pestisida Nabati Pusat Penelitian Dan Pengembangan Tanaman Perkebunan Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan Badan Litbang Pertanian Semnas Pesnab IV.
- [18] Nasir, B dan Lasmini. *Toksisitas Senyawa Bioaktif Tumbuhan "SIDONDO" (Vitex negundo L.) pada Spodoptera exigua Hubner dan Plutella xylostella L.J. Agroland* (15) 4: 288-295.
- [19] Jumar. 2000. *Entomologi Pertanian*. Jakarta: Rineka Cipta.
- [20] Handayani, Hasanuddin Ishak, Anwar. Efektivitas Ekstrak Daun Sirih (*Piper batle* L.) Sebagai Bioinsektisida Terhadap Kematian Nyamuk *Aedes aegypti*. *Skripsi*. Fakultas Kesehatan Masyarakat, UNHAS, Makassar.
- [21] Boewono, DT. 2003. *Pedoman Uji Hayati Insektisida Rumah-Tangga*. Salatiga: BPVRP.

FT-22

Studi Cara Perbanyak Buah Merah (*Pandanus conoideus* Lamk) dan Upaya Konservasinya di Lembah Balim, Kabupaten Jayawijaya, Papua

Albert Husein Wawo^{1,a)}, Andria Agusta¹ dan Ninik Setyowati¹

¹*Puslit Biologi, LIPI. Kompleks CSC, Cibinong.*

^{a)}*wawoal@yahoo.com*

Abstrak. Buah merah (*Pandanus conoideus* Lamk) adalah tanaman khas lembah Balim, dan masyarakat Balim telah mengenal kegunaannya turun temurun. Lembah Balim adalah habitat yang sesuai bagi pengembangan buah merah, walaupun hingga saat ini pembudidayaan buah merah masih bersifat sporadis dalam luasan yang terbatas. Konservasi buah merah telah dilakukan melalui penanaman buah merah sebagai tumbuhan koleksi dalam Kebun Raya Biologi Wamena, LIPI sedangkan masyarakat membudidayakan di pekarangan rumah dan kebunnya. Pembudidayaan dalam lahan luas belum dikembangkan karena keterbatasan pada penguasaan teknologi perbanyakan dan pengelolaan lahan. Studi perbanyakan buah merah secara konvensional telah dilakukan dan diketahui bahwa buah merah dapat diperbanyak secara vegetatif dengan menggunakan setek batang dan anakan. Biji dari buah merah yang telah dipanen (buah telah berwarna merah) memiliki embrio yang belum utuh dalam pertumbuhannya dan tidak memiliki cadangan makanan (endosperm). Walaupun buah merah memiliki keunggulan komparatif namun belum siap menghadapi era MEA (Masyarakat Ekonomi Asean). Pengembangan buah merah memiliki beberapa hambatan yaitu teknik pembudidayaan, teknik pengolahan dan jaringan pemasaran. Perlu ada insentif dan pendampingan dari pemerintah untuk pengembangan buah merah di masa mendatang.

Kata kunci: Buah merah, Lembah Balim, Konservasi, KRBW, Cara perbanyakan dan MEA

Pendahuluan

Masyarakat Balim adalah penduduk yang mendiami lokasi lembah di sekitar sungai Balim di kabupaten Jayawijaya, Papua. Mata pencaharian utama masyarakat Lembah Balim adalah bertani dan memelihara babi. Dalam sektor pertanian, masyarakat menanam ubi jalar (hipere), talas, keladi (hom), kopi, jagung, padi, sayuran, alpukat, jeruk, ananas, pisang, nangka dan buah merah (*Pandanus conoideus* Lamk). Jenis-jenis tanaman ini selain menjadi bahan pangan keluarga juga dijual di pasar lokal kota Wamena. Hipere (*Ipomoea batatas*) dan hom (*Colocasia esculenta* dan *Xanthosoma* sp) serta pain (*Dioscorea alata*) menjadi makanan utama disamping beras dan jagung. Buah merah diolah menjadi minyak dan digunakan sebagai saus ataupun sambal untuk menjadi teman makan hipere, hom dan pain. Buah merah juga dijual dalam bentuk buah utuh dan minyak. Buah merah yang dijual sudah dibelah menjadi 2 bagian di pasar Wamena.

Secara umum masyarakat Balim menyebut tanaman buah merah dengan nama tawi, namun karena buah tawi berwarna merah maka dalam bahasa Indonesia tanaman ini disebut tanaman buah merah [1]. Buah merah termasuk suku Pandanaceae dengan nama ilmiah *Pandanus conoideus* Lamk. Di Indonesia, jenis tanaman monokotil ini tersebar hanya di Maluku dan Papua. Berdasarkan pada variasi buah diperkirakan daerah asli buah merah terdapat di wilayah

Papua [2]. Masyarakat Balim sejak nenek moyang mereka telah mengetahui pemanfaatan buah merah ini. Namun pembudidayaan tanaman buah merah di lembah Balim masih bersifat sporadis dan dalam luasan yang terbatas karena terhambat pada pengadaan bibit dan pengolahan lahan yang sesuai bagi penanaman buah merah.

Tulisan ini akan melaporkan hasil pengamatan tempat tumbuh buah merah di beberapa lokasi di lembah Balim, penelitian pendahuluan cara perbanyakan dan upaya konservasi buah merah dilakukan di LIPI, begitu juga dengan studi pustaka tentang pemanfaatan buah merah dan gagasan untuk pengembangan buah merah sebagai komoditi ekonomi.

Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahap dengan waktu yang berbeda-beda. Penelitian terdiri dari pengamatan lapangan tentang habitat buah merah, studi pendahuluan cara perbanyakan buah merah dan upaya konservasi buah merah serta gagasan untuk memberdayakan buah merah menghadapi era MEA (Masyarakat Ekonomi Asean).

Pengamatan habitat buah merah dilakukan selama beberapa hari ketika mengunjungi lokasi distrik Wesaput, Kurulu, Libarek, Hubikosi dan Kimbim. Pengamatan diarahkan pada lokasi tempat tumbuh seperti kondisi lingkungan dan cara bertanam buah merah. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2016.

Studi pendahuluan cara perbanyakan dilakukan di laboratorium Fisiologi, Puslit Biologi dan di Stasiun Penelitian dan Alih Teknologi, LIPI Wamena. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2015 hingga April 2016.

Upaya Konservasi Buah Merah dilakukan sejak beberapa tahun yang lalu ketika pengembangan Kebun Raya Biologi Wamena sebagai Tapak Konservasi ex-situ wilayah Papua sedangkan konservasi oleh masyarakat adalah partisipasi masyarakat dalam membudidayakan buah merah di pekarangan dan ladangnya.

Studi Literatur (data sekunder) juga dilakukan terutama tentang pemanfaatan buah merah dan kemungkinannya untuk pengembangan sebagai food suplemen di saat mendatang.

Gagasan kontribusi buah merah dalam menghadapi era MEA diinspirasi oleh adanya kandungan kimia dalam buah merah yang berpotensi menjadi food suplemen sehingga buah merah perlu dikembangkan melalui perbaikan sistem agronominya dan pengolahan menjadi minyak yang berkualitas dan memenuhi standarisasi nasional.

Hasil dan Pembahasan

Habitat Buah Merah

Masyarakat dari distrik Kurulu, Kalila, Libarek dan Wesaput mengenal secara baik tanaman buah merah. Namun untuk masyarakat yang tinggal di perkampungan relatif jauh dari sungai Balim seperti di Distrik Napua, Pelebaga, Hubikosi, Siepkosi dan Kimbim memiliki sedikit pemahaman tentang buah merah. Menurut pengamatan kami di distrik Kurulu, Libarek dan Wesaput buah merah ditanam penduduk setempat baik di pekarangan rumah maupun di kebun bersama-sama dengan hipere dan hom (Gambar 1). Penduduk menanam buah merah menggunakan anakan yang dipisahkan dari rumpun induknya. Rata-rata setiap kebun memiliki kurang lebih 10 rumpun buah merah. Buah merah ditanam di atas bedengan dengan jarak 4m x 4m atau 4m x 5m. Setelah tanaman ini dewasa dan tumbuh berumpun jarak tanam sudah tidak tampak lagi karena antara tanaman yang satu dengan yang lain sudah sangat dekat. Pada lokasi berawa-rawa buah merah dapat juga ditanam setelah rawa-rawa tersebut diolah menjadi guludan atau bedengan supaya tidak tergenang air. Lokasi yang tergenang air memudahkan buah merah mati. Lokasi yang lembab sangat mendukung pertumbuhan buah merah. Buah merah dewasa membutuhkan intensitas cahaya matahari sekitar 70-80% sehingga memerlukan naungan ringan. Pada tingkat bibit yang ditanam membutuhkan intensitas cahaya sekitar 50 %. Contoh ideal pohon yang bagus untuk naungan yaitu kasuari (*Cassuarina oligodon*) dan weki (*Paraserianthes falcataria*).



Tidak semua warga masyarakat mengenal varietas–varietas buah merah. Bapak Viktor Haluk dari Wesaput mengenal 5 varietas buah merah seperti Maler, Wesi, Menani, Ulumuk dan Saluwen, sedangkan Bapak Eligius Faluk dari Libarek mengenal hanya 2 varietas yaitu Maler dan Wesi (Gambar 2). Kedua orang ini sepakat bahwa Wesi dan Maler memiliki buah yang panjang dan menghasilkan minyak yang banyak.

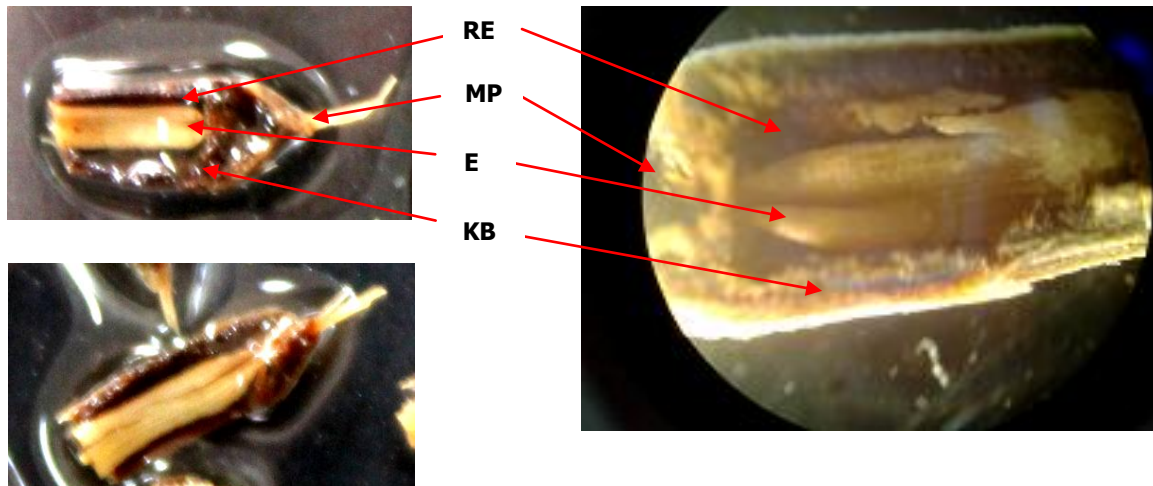


Gambar 2. Varietas Maler dan varietas Wesi

Cara Perbanyak Buah merah

Buah merah memiliki biji (drupe) yang banyak tetapi biji buah merah tidak mampu berkecambah. Telah dilakukan pengecambahan biji buah merah yang diambil dari 3 bagian buah yaitu bagian ujung buah, bagian tengah buah dan bagian pangkal buah kemudian dikecambahkan dalam Thermogradien bar pada berbagai suhu yaitu 3, 15, 29, 30 dan 32°C. Dalam pengamatan selama 45 hari diketahui bahwa tidak satu pun biji buah merah yang berkecambah. Selain itu dilakukan juga upaya pematangan dormansi pada biji buah merah dengan perlakuan seperti perendaman dalam air hangat (60°C), perendaman dalam larutan HNO₃ 1% dan pemotongan ujung biji. Hasilnya tidak satupun biji buah merah yang berkecambah.

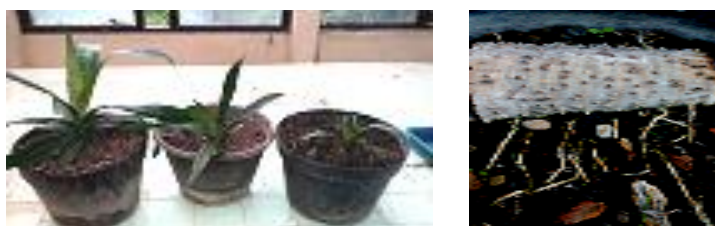
Untuk mengetahui kegagalan perkecambahan biji buah merah maka dilakukan pengamatan anatomi biji buah merah.



Gambar 3. Embrio dalam biji Buah merah; RE: Rongga Endosperm, MP : Mikro phyle, E: Embrio, KB : Kulit Biji. Embrio tumbuh belum utuh dan cadangan makanan endosperma) juga tidak tersedia.

Dalam pengamatan anatomi biji buah merah, diketahui bahwa sebagian besar biji buah merah memiliki embrio yang tumbuh belum utuh. Selain itu biji buah merah tidak memiliki endosperm sebagai makanan cadangan bagi embrio. Akibatnya biji buah merah tidak dapat berkecambah. Berdasarkan pada kedua alasan tersebut, diketahui bahwa air yang telah masuk ke dalam biji, tidak dapat membantu proses metabolisme yang dibutuhkan untuk perkecambahan. Sutopo [3] melaporkan embrio yang tidak tumbuh utuh dan tanpa ada cadangan makanan dalam biji menyebabkan biji tidak mampu berkecambah. Oleh karena itu buah merah hanya diperbanyak secara vegetatif.

Dalam penelitian perbanyakan secara vegetatif telah digunakan setek yang agak keras (semi hard wood cutting) dan keras (hard wood cutting) sebagai bahan perbanyakan dan berhasil menumbuhkan tunas sedangkan setek batang yang masih muda yang berwarna hijau sepanjang 15-20 cm dibawah daun (soft wood cutting) akan mudah busuk. Setek yang keras dan agak keras memiliki cadangan makanan yang cukup banyak sehingga mampu memberikan makanan pada pertumbuhan akar dan tunas [4]. Setek buah merah yang agak keras dan keras dengan ukuran 10 cm sebaiknya disemai secara horisontal (baring) dalam media tanah (Gambar 4). Rata-rata 33% dari setek batang yang disemai horisontal akan mampu menghasilkan tunas. Setek yang disemai horisontal dapat dibelah dua dapat juga utuh, hasilnya setek tetap mampu menghasilkan tunas. Setek yang tumbuh tunas diawali dengan tumbuh akar kemudian tumbuh tunas. Lama waktu untuk tumbuh tunas rata-rata sekitar 6-7 bulan. Jika setek batang tersebut ditanam vertikal (berdiri) akan mudah mengalami kematian apalagi dengan ukuran setek yang pendek. Sangat dianjurkan setek batang buah merah dapat dibuat sepanjang 30 cm hingga 50 cm dan disemaikan horisontal pada tempat yang lembab. Setek yang panjang menyediakan cadangan makanan lebih banyak untuk pertumbuhan tunas dan akar.



Gambar 4. Anakan Buah Merah dalam pot plastik hasil Perbanyakan dengan setek batang yang dibaringkan

Berdasarkan penuturan masyarakat (Viktor Haluk) Setek batang berpucuk dari cabang bersama pucuknya yang telah berbuah sepanjang 70-100 cm dan langsung ditanam di kebun, juga akan tumbuh menjadi tanaman baru setelah tumbuh akar dalam tanah dan akar udara (akar napas).

Perbanyak secara vegetatif dapat menggunakan anakan (sucker) yang tumbuh pada pangkal batang. Anakan dapat dipindahkan ke dalam polybag dan diletakan di tempat yang teduh. Setelah anakan menghasilkan akar napas maka anakan ini dapat ditanam.

Konservasi Buah Merah

A. Koleksi KRBW, LIPI

Kebun Raya Biologi Wamena (KRBW), LIPI dibangun pada tahun 1995 di kabupaten Jayawijaya memiliki koleksi Pandan Buah Merah sebanyak 41 pohon yang berasal dari beberapa lokasi di Jayawijaya [5] (Gambar 5). Sebagian besar koleksi buah merah berasal dari varietas Hiwa dan 1 nomor yang berasal dari daerah Kurima. Buah merah ditanam dalam Vak XIII bersama dengan koleksi ubijalar dan talas. Saat ini pandan buah merah ini mencapai tinggi antara 6-8 meter dan telah menghasilkan buah. Rencana pada tahun 2016 akan dilengkapi dengan 5 varietas lain yaitu Wesi, Maler, Menanih, Saluwen dan Ulumuk masing-masing sebanyak 5 individu.



Gambar 5. Koleksi Pandan Buah Merah di KRBW

B. Budidaya oleh Penduduk

Masyarakat di lembah Balim terutama di distrik Wesaput, Kurulu dan Libarek telah membudidayakan buah merah di pekarangan rumah dan di kebunnya. Berdasarkan pengamatan kami masyarakat tidak terlalu terikat pada varietas tertentu yang akan ditanam di lahannya. Umumnya bibit yang ditanam berasal dari anakan. Belum ada informasi anakan yang dicabut disemaikan lebih dahulu dalam polybag tetapi sebagian besar langsung ditanam sehingga bibit atau anakan lebih banyak mati dari yang hidup. Berdasarkan pada komunikasi pribadi dengan bapak Viktor Haluk bahwa setek batang yang berpucuk berasal dari cabang yang telah berbuah sepanjang 70-100 cm dapat langsung ditanam di kebun. Menurut narasumber setek yang panjang demikian akan menjadi tanaman yang cepat berbuah pada umur 3-4 tahun setelah tanam. Jika penanaman menggunakan anakan maka membutuhkan waktu 5-6 tahun untuk berbuah. Anakan yang ditanam adalah anakan yang telah memiliki akar napas dan pada saat penanaman akar napasnya juga dimasukkan dalam lobang tanam.

Lahan tanam buah merah diolah menjadi gembur kemudian dibentuk menjadi bedeng - bedeng sehingga terhindar dari genangan air. Pilihlah lokasi yang agak ternaung untuk penanaman bibit. Oleh karena itu, pohon-pohon yang ada dalam lokasi jangan ditebang tetapi dahan-dahannya di pangkas saja. Setelah buah merah tumbuh menjadi besar maka pohon-pohon tersebut dapat dijarangkan. Pohon kasuari dan weki adalah penaung yang baik untuk tanaman buah merah.

Pemeliharaan buah merah lebih diarahkan pada pembersihan atau pendangiran rumput yang tumbuh. Rumput yang telah dibersihkan diletakan pada pangkal batang buah merah sehingga tanahnya tetap lembab dan merangsang tumbuh anakan. Akar napas yang tumbuh pada batang sebaiknya dirawat baik sehingga membantu kekokohan tegaknya batang buah merah.

Buah merah pada awalnya tumbuh batang tunggal dan tidak bercabang, ketika ujung batangnya tumbuh buah maka butuh waktu sekitar 2-3 bulan untuk matang. Jika buah di petik atau gugur maka pada bagian batang tersebut akan tumbuh cabang baru. Cabang ini dapat berjumlah 2, 3 dan 4. Cabang-cabang ini akan tumbuh semakin tinggi dan akan menghasilkan buah serempak. Kemudian seperti semula cabang yang berbuah jika buahnya dipetik akan menghasilkan cabang baru.

Produksi optimal buah merah diperkirakan pada umur 10-15 tahun dengan produksi 4-5 buah per pohon. Ukuran buah pada buah merah terpanjang didapat pada cabang ketiga hingga kelima dan selanjutnya mulai menurun karena pohon sudah semakin tua. Pada varietas Maler, buah yang tumbuh pada cabang ketiga (buah keempat) dapat mencapai panjang 79-95 cm dengan berat antara 8,5-10,0 kg sedangkan pada varietas wesi dapat mencapai panjang 70-80 cm dengan berat antara 5,2-6,4 kg. Berat bonggol (kambium) tempat melekatnya biji-biji buah mencapai 50% dari berat total buah merah.

Manfaat Buah Merah

Menurut penuturan masyarakat Balim di Wamena (Lesman Kogoya dan Luis Kogoya), Buah merah yang telah diolah menjadi minyak buah merah dapat digunakan sebagai saus dan sambal sehingga merangsang nafsu makan setelah minyak tersebut dicampur pada makanan yang siap dimakan seperti umbi ubi jalar, umbi keladi dan nasi. Selain itu minyak buah merah yang diminum teratur dapat bermanfaat untuk menjaga ketahanan tubuh (imunitas) sehingga badan tidak lemah atau sakit-sakit.

Subroto [6] menjelaskan bahwa dalam minyak buah merah terdapat kandungan karotenoid sekitar 8000 ppm dan beta karotin sekitar 360 ppm. Kedua senyawa ini sangat berperan terhadap kesehatan mata terutama untuk meringankan mata minus, mata selindris dan rabun senja. Oleh karena itu, bagi mereka yang memiliki indikasi sakit mata seperti itu dianjurkan meminum minyak buah merah dengan dosis 2 x 1 sendok makan setiap hari.

Subroto [7] melaporkan juga bahwa radikal bebas berupa LPO (Lipoperoksida) dan NO (nitratoksida) dalam plasma darah para perokok sangat tinggi sedangkan kandungan antioksidan dan kegiatan enzim dalam plasma darahnya juga menurun. Kondisi ini jika dibiarkan akan membahayakan bagi perokok terserang kanker. Konsumsi suplemen antioksidan tunggal seperti vitamin C dan A kurang memberikan hasil yang optimal karena penyerapannya dalam tubuh hanya 30-40% sehingga kurang mampu mengatasi radikal bebas dalam darah. Minyak buah merah kaya akan senyawa-senyawa antioksidan seperti karotenoid, flavonoid, vitamin C dan tokoferol. Kandungan tokoferol berkisar antara 350-500 ppm. Antioksidan dalam buah merah akan bekerja sinergis dalam tubuh dan mampu mengatasi radikal bebas dalam darah. Bagi Perokok disarankan untuk meminum minyak buah merah dengan dosis 2 x 1 sendok makan setiap hari.

Murningsih [1] telah menemukan 3 senyawa asam lemak dalam minyak buah merah yaitu asam palmitoleat, asam stearat dan asam oleat. Menurut Subroto (dalam Wiguna [8]) mengatakan bahwa asam lemak yang berantai panjang seperti asam oleat, linoleat dan linoletat mampu meluruhkan membran lipid pada virus sehingga virus tidak mampu beregenerasi dan memperbaiki fungsi organ hati. Oleh karena itu, minyak buah merah yang memiliki senyawa asam lemak berantai panjang akan mampu mengatasi penyakit hepatitis C yang disebabkan oleh virus.

Makaruku [9] melaporkan bahwa buah merah dapat dijadikan sumber pangan dan kandungan senyawa kimia dalam buah merah mampu menyembuhkan kanker, tumor, diabetes, HIV/AIDS, gangguan mata, Stroke, Osteoporosis dan mampu meningkatkan libido/ aprodiasi pada pria serta mampu meningkatkan kecerdasan.

Budi dan Paimin [10] melaporkan bahwa dalam minyak buah merah terdapat senyawa-senyawa kimia seperti tokoferol, karotenoid, betakarotin, alfatokoferol, asam oleat, asam linoleat dan asam dekanoat. Oleh karena itu mengonsumsi minyak buah merah akan membantu penyembuhan penyakit. Maka dari itu Dokter Hendromartono (dalam Wiguna [11]) mengatakan bahwa minyak buah merah sebagai komplementer pengobatan tradisional. Ia menambahkan

bahwa mengonsumsi obat kimia bersama minyak buah merah tidak berdampak negatif, justru keduanya saling mendukung.

Copeland & McDonald [12] melaporkan bahwa kandungan kimia dalam biji dipengaruhi terutama oleh faktor genetik dan faktor-faktor lain yang bervariasi seperti jenis tanaman, faktor lingkungan dan praktek budidaya yang diterapkan. Pada buah merah selain faktor genetik maka faktor varietas dan faktor lingkungan telah diketahui berpengaruh terhadap senyawa – senyawa kimia yang ada dalam buah merah. Pengaruh faktor budidaya belum ada yang membuktikan.

Tantangan Buah Merah Pada Era MEA

Buah merah merupakan salah satu komoditi penting dari wilayah Pegunungan Tengah Papua terutama dari Kabupaten Jayawijaya. Banyak orang mengatakan buah merah dari wilayah Wamena memiliki kualitas yang bagus dibandingkan dengan buah merah dari wilayah lain di Papua. Ini berarti secara ekonomi, buah merah dari Wamena memiliki keunggulan komparatif yang tidak tersaingi sehingga menjadi produk andalan dari kabupaten Jayawijaya Papua.

Dalam kaitan dengan MEA, Presiden Joko Widodo mengatakan dalam sidang kabinet paripurna Rabu (23/12/2015) bahwa Masyarakat Ekonomi ASEAN adalah kesempatan bagi Indonesia untuk memperkenalkan produk andalan Indonesia di negara-negara ASEAN. Oleh karena itu, produk buah merah berupa minyak buah merah hendaknya mampu bersaing dengan produk-produk lain baik dari Indonesia maupun dari negara-negara ASEAN lainnya. Dalam pengamatan di lapangan terdapat beberapa hambatan yang dihadapi dalam pengembangan buah merah dalam era MEA ini. Hambatan-hambatan tersebut adalah sebagai berikut :

Teknik Pembudidayaan

Teknik pembudidayaan buah merah yang perlu diperhatikan adalah seleksi varietas. Pilihlah varietas dengan buah besar, panjang dan memiliki kandungan minyak yang banyak, berbuah sepanjang tahun, dan penanaman tanpa menggunakan pupuk kimia dan pestisida. Pembudidayaan perlu dilakukan pada varietas-varietas yang terseleksi dan dalam lahan yang luas seperti bentuk perkebunan rakyat dengan memperhatikan teknik-teknik agronominya. Kebun yang luas dengan varietas yang terseleksi akan menjamin ketersediaan buah sepanjang tahun. Sedangkan untuk varietas dinilai kurang unggul dapat dikoleksi dalam Kebun Raya Biologi Wamena, LIPI sebagai plasma nutfah buah merah.

Pengolahannya

Pada saat ini pengolahan buah merah masih menggunakan teknik manual dengan cara mengukus lalu memerasnya dengan tangan sehingga masih menjadi produk industri rumah tangga. Minyak hasil olahan ini selanjutnya dimasukkan dalam botol dan dijual. Pengolahan dengan cara begini tentunya akan menghasilkan produk dalam jumlah terbatas dan kualitasnya tidak dapat dipertanggungjawabkan. Oleh karena itu, dibutuhkan alat / mesin dan cara pengolahan yang terstandarisasi sehingga minyak yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik dan aman bagi kesehatan. Pengadaan alat/mesin dan cara pengolahan hendaknya difasilitasi dan diawasi oleh Pemda sehingga kualitas cara pengolahan dan kualitas hasil dapat terkontrol. Selama ini produksi buah merah terpusat di wilayah Pegunungan Tengah Papua maka selayaknya pengolahan buah merah ini dilakukan di Wamena. Pengolahan buah merah segar akan menghasilkan minyak yang lebih baik, sehingga perlu sarana berupa gudang penyimpanan yang berfungsi menjaga kesegaran buah.

Pemasaran

Hingga saat ini pemasaran minyak buah merah masih terbatas di wilayah Papua seperti di kota Wamena, Jayapura dan Manokwari. Penjualan di luar Papua masih sangat terbatas. Penjualan juga dilakukan ketika ada pameran produk-produk unggulan daerah. Menurut bapak Viktor Haluk pameran minyak buah merah sudah dilakukan di Solo, Makasar dan Manado. Menurut pengamatan kami minyak buah merah yang dijual pada beberapa agen di Wamena selalu habis terjual. Oleh karena itu, pembeli dianjurkan memesan 1 minggu sebelumnya.

Jaringan pemasaran hendaknya dibangun oleh Pemda supaya produsen buah merah dapat mendistribusi minyak buah merah yang dihasilnya.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa

- A. Buah merah adalah tanaman khas dari Lembah Balim dan masyarakat telah mengetahui kegunaannya secara turun temurun. Lembah Balim merupakan habitat yang cocok untuk pembudidayaan buah merah. walaupun saat ini pembudidayaan buah merah masih bersifat sporadis dan dalam luasan yang terbatas.
- B. Cara perbanyakan buah merah dapat dilakukan secara vegetatif dengan menggunakan setek dan anakan. Setekan yang lunak (soft cutting) tidak dapat digunakan sebagai bahan perbanyakan.
- C. Telah dilakukan konservasi buah merah dalam Kebun Raya Biologi Wamena, LIPI dan melalui budidaya yang dilakukan spontanitas oleh masyarakat lokal dalam pekarangan dan kebunnya.
- D. Tantangan yang dihadapi buah merah pada era MEA ini adalah belum ada pembudidayaan buah merah dalam bentuk perkebunan rakyat yang luas, belum tersedianya peralatan dan mesin serta cara pengolahan yang terstandarisasi dan terbatasnya jaringan pemasaran.
- E. Perlu keterlibatan Pemda setempat dan instansi terkait untuk pengembangan buah merah di wilayah Pegunungan Tengah Papua.

Daftar Pustaka

- [1] Murningsih, T, 1992. Kandungan Minyak dan Komposisi Asam Lemak Pada *Pandanus conoideus* Lamk dan *P. julianetii* M. Dalam Prosiding Seminar Hasil Penelitian Dan Pengembangan Sumber Daya Hayati 1991 / 1992. Proyek Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Hayati, Pusat Penelitian Dan Pengembangan Biologi, LIPI. Bogor. Hal 373-378.
- [2] Stone, B.C, 1992. *Pandanus Parkonson*. Plant Resources of South East Asia 2. Edible Fruits and Nuts, Editor: Verheij, E.W..M & R>E Coronel Bogor, Indonesia. p 240 – 243.
- [3] Sutopo, L, 1985. Teknologi Benih. Fakultas Pertanian, UNIBRAW. CV. Rajawali, Jakarta. Hal 246.
- [4] Hartmann, H.T dan Kester, D.E.. 1976. Plant propagation. Principles And Practices. Third Edition. Prentice - Hall of India, Privata Limited, New Delhi 110001. 602 pp.
- [5] Pusat Penelitian Biologi, LIPI, 2005. Sepuluh Tahun Pembangunan Kebun Biologi Wamena. Pusat Penelitian Biologi, LIPI, Bogor. 78 halaman
- [6] Subroto, M.A, 2007 a. Buah Merah Sehatkan Mata. Trubus. No. 451/ XXXVIII. Hal. 416 – 417.
- [7] Subroto, M.A, 2007 b. Buah Merah Atasi Efek Buruk Rokok. Trubus. No. 452/ XXXVIII. Hal. 78 – 79.
- [8] Wiguna, I, 2006 a. Akhir Hepatitis di Hati Basri. Trubus No.451 / XXXVII. Hal 106 - 107
- [9] Makaruku, M.H. 2008. Kajian agronomi dan Pemanfaatan Buah Merah (*Pandanus conoideus* Lamk). *Jurnal Agroforestri*, 3(2):126-132 pp.
- [10] Budi & Paimin, 2005. Buah Merah: Penebar Swadaya, Jakarta. 75 hal. Limbongan, J & A.Malik, 2009. Peluang Pengembangan Buah Merah (*Pandanus conoideus* lamk) di Propinsi Papua. *Jurnal Litbang Pertanian*, 28(4):134-141 pp.
- [11] Wiguna, I, 2006 b. Setahap Sebelum Uji Klinis. Trubus No.451 / XXXVII. Hal 108-109.
- [12] Copeland, L.O., M, B, Mc Donald, 2001. Seed Science and Technology. Kluwer Academic Publisher,. Massachussets 02061. 467 pp.

FT-21

Detoksifikasi melalui Fermentasi *Rhizopus oryzae* terhadap Peningkatan Nilai Protein Kasar Bungkil Biji *Jatropha curcas* L

Agus Widana^{1, a)} dan Tuti Kurniati^{1, 2, b)}

¹Program Pasca Sarjana Biologi, Fakultas MIPA Universitas Padjadjaran
Jl. Bandung-Sumedang Km. 21 Jatinangor Sumedang 45363 Telp. (022) 7797712

²Pendidikan Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Gunung Djati Bandung
Jl. AH. Nasution 105, Bandung 40614

^{a)}agswidana@gmail.com

^{b)}tutikurniati1959@gmail.com

Abstrak. Seiring dengan pengolahan minyak jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) sebagai energi alternatif penghasil biodiesel, menghasilkan limbah bungkil biji *Jatropha curcas* L. sebesar 1 ton Ha dari hasil produksi 5 ton Ha buah *Jatropha curcas* L. Hal yang masih menjadi tantangan dalam pemanfaatan limbah bungkil biji *Jatropha curcas* L. untuk keperluan pakan ayam pedaging dikarenakan terdapat zat anti nutrisi forbol ester dan protein kasar yang tidak bisa langsung dicerna tapi hanya dengan pengolahan melalui fermentasi. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan nilai protein kasar bungkil biji *Jatropha curcas* L. dan menurunkan kadar forbol ester. Metode yang digunakan adalah Eksperimental, Rancangan Acak Lengkap faktorial dengan tiga kali pengulangan. Faktor perlakuan pertama adalah dosis inokulum dan faktor perlakuan kedua adalah waktu fermentasi. Parameter yang diukur adalah analisis proksimat terhadap nilai protein kasar produk fermentasi. Hasil tiap perlakuan selanjutnya diuji kadar zat anti nutrisi forbol ester dianalisis dengan HPLC. Hasil penelitian diperoleh peningkatan nilai gizi protein kasar sebesar 6,76% dan penurunan zat anti nutrisi kadar forbol ester Bungkil Biji *Jatropha curcas* L. sebesar 55,49%.

Kata kunci: detoksifikasi, fermentasi, *Jatropha curcas* L., protein kasar, *Rhizopus oryzae*

Abstract. Along with the oil processing jatropha (*Jatropha curcas* L.) as an alternative energy producer of biodiesel, produced waste *Jatropha curcas* L. seed cake by 1 ton Ha from 5 tons Ha of fruit *Jatropha curcas* L. It is still a challenge for the utilization of waste residue *Jatropha curcas* L. seed cake for broiler feed purposes because there are anti-nutritive substances forbol ester and crude protein which can not be directly ingested but only with processing by fermentation. This study aims to improve the crude protein value of *Jatropha curcas* L. seed cake and cholesterol forbol ester. The method used was experimental, factorial completely randomized design with three replications. The first factor is the dose of inoculum treatment and a second treatment factor is the time of fermentation. Parameters measured were the proximate analysis of the value of crude protein fermentation products. The results of each treatment were tested for levels of anti-nutritional substances forbol ester analyzed by HPLC. The research result was an increase in the nutritional value of 6,76% crude protein and decreased levels of anti-nutritive substances forbol ester *Jatropha curcas* L. seed cake at 55,49%.

Keywords: detoxification, fermentation, *Jatropha curcas* L., crude protein, *Rhizopus oryzae*

Pendahuluan

Tanaman *Jatropha curcas* L. adalah salah satu tanaman yang mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai bahan baku biodiesel. Bungkil biji *Jatropha curcas* L. adalah limbah yang diperoleh setelah pengepresan minyak dari biji jarak pagar untuk kemudian diproses menjadi biodiesel dan produk lainnya. Setiap pengepresan bungkil biji *Jatropha curcas* L. akan dihasilkan 70% bungkil. Presentase limbah yang sangat besar ini membutuhkan pengolahan yang tepat, misalnya dengan pengolahan limbah jarak menjadi briket, racun rayap dan pakan ternak. Hal ini sekaligus mengatasi masalah lingkungan yang timbul akibat limbah jarak pagar bila tidak diolah [1].

Antinutrisi yang terdapat dalam bungkil biji jarak pagar *Jatropha curcas* L dapat dieliminir atau ditekan melalui pemanasan selama 15 menit pada suhu 100°C. Berdasarkan hasil pengolahan pemanasan tersebut menghasilkan nilai gizi abu 4,55%, protein kasar 17%, serat kasar 17,96%, lemak kasar 4,59% dan karbohidrat 48,88% (Laboratorium Nutrisi Ternak Ruminansia dan Kimia Makanan Ternak, 2009). Sebagai akibat pengolahan melalui pemanasan terjadi penurunan kadar protein, hal ini menunjukkan adanya proses denaturasi protein demikian juga untuk kadar lemak. Maka untuk meningkatkan kembali kualitas bungkil biji jarak pagar dilakukan fermentasi.

Proses fermentasi merupakan proses protein enrichment yaitu pengkayaan protein bahan dengan menggunakan mikroorganisme tertentu. Proses fermentasi merupakan aktivitas mikroorganisme yang dapat menghasilkan produk dengan karakteristik tekstur, flavour, aroma dan perubahan kualitas nutrisi yang lebih baik dibandingkan bahan baku asalnya [2]. Mikroba yang banyak digunakan sebagai inokulum fermentasi adalah kapang, bakteri, khamir, dan ganggang. Penggunaan kapang sebagai inokulum fermentasi sudah banyak dilakukan karena pertumbuhannya relatif lebih mudah dan cepat [3].

Pertumbuhan kapang mudah dilihat karena penampilannya yang berserabut seperti kapas mulanya berwarna putih, tetapi jika spora telah timbul akan terbentuk berbagai warna tergantung dari jenis kapang, dan kapang ini terdiri dari suatu thallus bercabang yang disebut hifa, miselia merupakan massa hifa. Beberapa kapang yang memiliki kemampuan untuk melakukan fermentasi antara lain *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*, *Neurospora sitophila*, *Rhizopus oryzae*, *Rhizopus oligosporus*, dan lain-lain [4].

Proses fermentasi sangat dipengaruhi oleh faktor dosis dan waktu. Tingkat dosis berkaitan dengan besaran populasi mikroba yang berpeluang menentukan cepat tidaknya perkembangan mikroba dalam menghasilkan enzim untuk merombak substrat sehingga pada gilirannya akan berpengaruh terhadap produk akhir. Pertumbuhan mikroorganisme ditandai dengan meningkatnya jumlah massa sel seiring dengan lamanya waktu yang digunakan, sehingga konsentrasi metabolik semakin meningkat sampai akhirnya menjadi terbatas yang kemudian dapat menyebabkan laju pertumbuhan muncul [5].

Onggok yang difermentasi dapat meningkatkan protein dari 2,05% menjadi 14,35% dengan lama inkubasi 4 hari [6]. Fermentasi kulit umbi singkong *Rhizopus* sp dapat meningkatkan kandungan protein dari 6% menjadi 16% [7].

Kemampuan *Rhizopus oryzae* yang dapat menghasilkan enzim amilolitik, lipolitik dan proteolitik, untuk menguraikan karbohidrat, lemak, protein dan senyawa-senyawa lain menjadi molekul-molekul yang lebih kecil sehingga mudah dicerna.

Tujuan penelitian ini menghasilkan kandungan protein dan yang optimal, sehingga bungkil biji *Jatropha curcas* L. dapat digunakan sebagai bahan pakan alternatif.

Bahandan Metode

Bahan

Substrat yang digunakan adalah bungkil biji *Jatropha curcas* L. yang diperoleh dari P.T.Rajawali Nusantara Indonesia Jatitujuh, Majalengka. Mikroorganisme yang digunakan

adalah kapang *Rhizopus oryzae* yang telah ditumbuhkan pada media agar miring (*Potato Dextrose Agar*/PDA) yang diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi ITB.

Pembuatan Larutan Toge

Toge ditimbang sebanyak 250 gram dan dimasukkan ke dalam panci setelah itu ditambahkan 1000 ml aquades kemudian dididihkan sampai toge seperti bubur dan larutan menjadi seperempatnya.

Pembuatan Media *Potato Dextrose Agar*

Potato Dextrose Agar ditimbang sebanyak 39 gram dan dimasukkan kedalam erlenmeyer setelah itu ditambahkan gula 5% (volume/berat), 250 ml larutan toge dan 750 ml aquades, aduk kemudian dididihkan sampai larutan berwarna kuning bening. Larutan tersebut kemudian disterilisasi pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit. Setelah itu, larutan tersebut dimasukkan sebanyak 3 ml kedalam tabung reaksi yang telah disiapkan, mulut tabung reaksi ditutup dengan menggunakan kain kasa dan kapas. Tabung reaksi dimiringkan sampai media didalamnya berbentuk padat dan dapat digunakan untuk perbanyakan kapang *Rhizopus oryzae*.

Perbanyakan Kapang *Rhizopus oryzae* Pada Media Agar Miring

Biakan murni *Rhizopus oryzae* masing-masing digoreskan pada media agar miring steril dengan menggunakan jarum ose ke dalam tabung reaksi yang berisi *Potato Dextrose Agar* (PDA) kemudian diinkubasikan pada suhu 30°C selama 3 hari.

Pembuatan Inokulum *Rhizopus oryzae*

Beras sebanyak 800 g + 200 g tepung biji jarak pagar diaduk dengan air sebanyak 1 liter, kemudian disterilkan pada suhu 121°C selama 15 menit. Substrat yang telah disterilkan, dimasukkan ke dalam kantong plastik yang telah dilubangi kemudian didinginkan. Setelah dingin dimasukkan biakan kapang *Rhizopus oryzae* yang sudah diberi aquades steril sebanyak ± 10 ml, media dalam kantong plastik digoyang-goyang supaya biakan tercampur merata, kemudian diinkubasikan pada suhu 30-35°C selama 72 jam dalam inkubator.

Setelah substrat dipenuhi oleh kapang, substrat dikeringkan dengan menggunakan oven (sampai diperoleh berat konstan) dan selanjutnya digiling sampai halus, dan digunakan sebagai inokulum. Kemudian dilakukan uji aktivitas dari inokulum dengan menghitung *koloni forming unit* (CFU) per gram inokulum dengan menggunakan metoda *total plate count* (TPC). Inokulum yang akan digunakan minimal 1×10^7 CFU/ml.

Fermentasi Bungkil Biji *Jatropha curcas* L.

Bungkil biji *Jatropha curcas* L. yang telah direbus dan dikeringkan digunakan sebagai substrat fermentasi ditambah tepung tapioka 15% (volume/berat) dan air sebanyak 80% (Volume/berat), diaduk sampai rata. Disterilisasi dengan menggunakan autoclave pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 20 menit. Setelah steril kemudian ditiriskan hingga mencapai suhu 30-35°C, diinokulasikan dengan campuran inokulum dengan campuran takaran 2 g Kg; 3 g Kg; 4 g Kg bahan kering bungkil biji jarak pagar. Masing-masing dimasukkan kedalam kantong plastik yang sudah dilubangi kedua sisinya untuk mendapatkan kondisi aerob, kemudian diinkubasikan dalam ruang fermentasi pada suhu 30°C selama 72 jam, 96 jam dan 120 jam, serta masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Untuk menjaga kelembaban selama proses fermentasi, bagian bawah rak fermentor di simpan baki plastik yang diisi dengan air.

Setelah inkubasi, bungkil biji *Jatropha curcas* L. produk fermentasi disterilisasi dengan menggunakan autoclave pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit, kemudian dikeringkan pada suhu 45-50°C selama 3 hari dengan menggunakan oven. Selanjutnya dilakukan pengujian kandungan protein kasar dan lemak kasar bungkil biji jarak pagar produk fermentasi melalui analisis proksimat.

Analisis Kandungan Protein Kasar

Kandungan protein kasar bungkil biji *Jatropha curcas* L. dianalisis dengan analisis proksimat berdasarkan modifikasi metode AOAC (Association of Official Agricultural Chemists) [8].

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental. Dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial. Terdiri atas (3 X 3) perlakuan dan masing-masing diulang sebanyak 3 kali. Faktor A yaitu dosis inokulum (dosis kapang *Rhizopus oryzae* adalah D1= 2 g Kg, D2= 3 g Kg, D3= 4 g Kg) dan faktor B yaitu waktu fermentasi (waktu fermentasi kapang *Rhizopus oryzae* adalah W1= 72 jam, W2= 96 jam, W3= 120). Perubahan yang diamati adalah produk nilai giziprotein kasar bungkil biji *Jatropha curcas* L.

Hasil optimasi tiap perlakuan selanjutnya diuji kadar zat anti nutrisi forbol ester dianalisis dengan HPLC.

Hasil

Fermentasi *Rhizopus oryzae* Terhadap Peningkatan Nilai Protein Kasar

Pada Tabel 2, kandungan protein kasar pada perlakuan d1 (dosis inokulum 2g Kg *Rhizopus oryzae*) dan perlakuan d2 (dosis inokulum 3g Kg *Rhizopus oryzae*) berbeda nyata ($\alpha > 0.05$) dengan perlakuan d3 (dosis inokulum 4g Kg *Rhizopus oryzae*). Sedangkan, perlakuan d1 tidak berbeda nyata dengan perlakuan d2.

Tabel 1 Rataan Kandungan Protein Kasar *Rhizopus oryzae* Produk Fermentasi

Perlakuan	w1	w2	w3	Rata-rata
	%		
d1	17,32	16,68	17,58	17,19
d2	16,74	17,75	18,34	17,61
d3	17,93	18,06	18,15	18,05
Rata-rata	17,33	17,49	18,02	

Tabel 2 Uji Jarak Berganda Duncan Pengaruh Perlakuan Dosis Inokulum terhadap Nilai Protein Kasar

Perlakuan	Rata-rata	Signifikansi 0,05
%	
d1	17,19	a
d2	17,61	a
d3	18,05	b

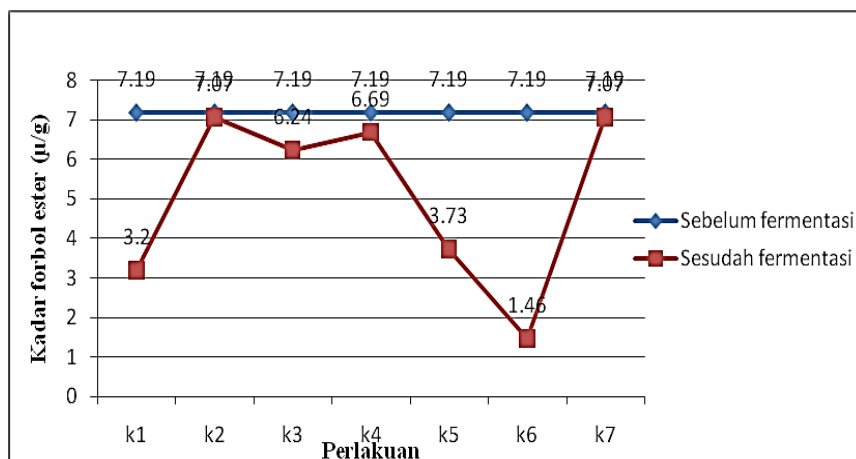
Keterangan : huruf yang berbeda ke arah kolom menunjukkan berbeda nyata pada taraf $\alpha 0,05$

Berdasarkan tabel 3, menunjukkan bahwa perlakuan w1 (waktu fermentasi 72 jam) dan perlakuan w2 (waktu fermentasi 96 jam) berbeda nyata ($\alpha > 0.05$) dengan perlakuan w3 (waktu fermentasi 120 jam). Sedangkan, perlakuan w1 tidak berbeda nyata dengan perlakuan w2.

Tabel 3 Uji Jarak Berganda Duncan Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Nilai Protein Kasar

Perlakuan	Rata-rata	Signifikansi 0,05
%	
w1	17,33	a
w2	17,49	a
w3	18,02	b

Keterangan : huruf yang berbeda ke arah kolom menunjukkan berbeda nyata pada taraf $\alpha 0,05$

Detoksifikasi zat anti nutrisi *forbolester*Gambar 1. Grafik kadar *forbol ester*

Berdasarkan Gambar 1. Perlakuan k1 (*Rhizopus oryzae* dengan dosis inokulum 4 g Kg dan waktu fermentasi 120 jam) menunjukkan penurunan senyawa antinutrisi kadar *forbol ester* sebelum fermentasi dan sesudah fermentasi. Bungkil biji *Jatropha curcas* L. yang belum difermentasi kadar *forbol ester*nya yaitu 7,19 µg/g, sesudah fermentasi pada kapang *Rhizopus oryzae* sebesar 3,2 µg/g penurunannya 55,49%.

Pembahasan

Pengaruh Perlakuan Terhadap Nilai Protein Kasar

Perlakuan d1 (dosis inokulum 2 g Kg *Rhizopus oryzae*) memiliki populasi (*Rhizopus oryzae*) dan enzim yang dihasilkan sedikit sehingga semakin sedikit pula kenaikan kandungan protein kasar. Sebaliknya, rata-rata kenaikan kandungan protein kasar pada perlakuan d2 dan d3 tinggi, hal ini disebabkan oleh dosis inokulum yang digunakan tinggi (dosis inokulum *Rhizopus oryzae* 3 g Kg dan 4 g Kg) sehingga populasi *Rhizopus oryzae* dan enzim yang dihasilkan lebih mampu merombak protein kasar dibandingkan dengan dosis yang lain.

Tingkat dosis berhubungan dengan banyaknya populasi mikroba yang digunakan dalam proses fermentasi sehingga menentukan cepat tidaknya suatu proses fermentasi pada substrat. Semakin banyak pertumbuhan kapang, maka protein substrat akan meningkat [9]. Hal ini sesuai dengan literatur bahwa peningkatan jumlah massa mikroba akan menyebabkan meningkatkan kandungan produk fermentasi, dimana kandungan protein merupakan refleksi dari jumlah massa sel [10], dimana dalam proses fermentasi mikroba akan menghasilkan enzim yang akan mendegradasi senyawa-senyawa kompleks menjadi lebih sederhana, dan mikroba juga akan mensintesis protein yang merupakan proses *protein enrichment* yaitu pengkayaan protein bahan.

Perlakuan 120jam memberikan kenaikan kandungan protein kasar tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Setelah fase adaptasi terlewati inokulum atau mikroba mulai memasuki fase logaritmik, fase dimana mikroba mengalami pertumbuhan dan perkembangan paling pesat [4].

Perlakuan 72 jam menghasilkan kandungan protein kasar terendah, disebabkan oleh waktu fermentasi yang singkat jadi kesempatan kapang untuk tumbuh dan berkembang biak masih terbatas. Awal inokulasi mikroba kedalam suatu medium belum terjadi pembelahan sel, pembelahan sel terjadi beberapa menit atau beberapa jam setelah inokulasi tergantung dari spesiesnya [11].

Pengaruh perlakuan terbaik yang menghasilkan kenaikan protein kasar tertinggi pada bungkil biji *Jatropha curcas* L. yang difermentasi oleh *Rhizopus oryzae* adalah dosis inokulum 4 g Kg dan waktu fermentasi 120 jam sebelum fermentasi 17,00% sesudah fermentasi 18,15% jadi kenaikan kandungan protein kasar sebesar 6,76%.

Detoksifikasi zat anti nutrisi *forbolester*

Peningkatan kandungan protein kasar semakin meningkat dengan bertambahnya waktu dan dosis fermentasi. Adanya perubahan tersebut disebabkan oleh adanya aktivitas *Rhizopus oryzae* yang menghasilkan protease yang berperan dalam memecah protein. Sejalan dengan pendapat Rusdi (1992) yaitu fermentasi dapat menyebabkan perubahan sifat bahan pakan sebagai akibat dari pemecahan kandungan zat-zat makanan yang terdapat dalam bahan pakan tersebut. Bahan-bahan yang mengandung racun melalui proses fermentasi dapat berkurang atau hilang.

Simpulannyadiperoleh kenaikan nilai protein kasar sebesar 6,76% pada dosis inokulum 4 g Kg dan waktu fermentasi optimal 120 jam, serta penurunan senyawa antinutrisi kadar forbol ester sebesar 55,49%.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Ibu Tuti Kurniati selaku pembimbing dan kepada kepala laboratorium non ruminansia Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran atas diperbolehkannya untuk melakukan penelitian.

Daftar Pustaka

- [1] Hambali, E., Suryani, A., Dadang, Hariyadi, Hanafie, H., Reksowardojo, I. K., Rivai, M., Ihsanur, M., Suryadarma, P., Tjitrosemito, S., Soerawidjaja, T. H., Prawitasari, T., Prakoso, T., dan Wahyu Purnama. 2006. *Jarak Pagar Tanaman Penghasil Biodiesel*. Jakarta. Penebar Swadaya.
- [2] Simanjuntak, S. D. D. 1998. Pengaruh *Aspergillus niger* untuk Meningkatkan Nilai Gizi Bungkil Inti Sawit dalam Ransum Broiler. *Tesis*. Bogor. IPB.
- [3] Rahman, A. 1992. *Teknologi Fermentasi*. Bogor. Arcan.
- [4] Fardiaz, S. 1989. *Mikrobiologi Pangan*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, IPB. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi. Fakultas Pertanian. Bogor. IPB.
- [5] Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan I*. Jakarta. PT Gramedia Pustaka Utama..
- [6] Supriyati, 2003. Ongkok Terfermentasi dan Pemanfaatannya dalam Ransum Ayam Ras Pedaging. *Jurnal Ilmu Ternak Veteriner* (3): 146-150.
- [7] Aisjah, T. 1995. *Biokonversi Limbah Umbi Singkong Menjadi Bahan pakanPertumbuhanAyamPedaging*. [disertasi]. Sumedang. Unpad.
- [8] AOAC, 1990. *Official Methods of Analysis 15th ed*; Agricultural Chemicals; Contaminantc; Drugs. Vol.1, Association Official Analyticals Chemist, inc., Washington DC, 6-90.
- [9] Setiyatwan, H. 2007. Peningkatan Kualitas Nutrisi Duckweed Melalui Fermentasi Menggunakan *Trichoderma harzianum*. *Jurnal Ilmu Ternak*. Vol. 7 No. 2 : 113-116.
- [10] Tangendjaya, B. 1993. Bungkil Inti Sawit dan Pollard Gandum yang difermentasi dengan *Rhizopus Oligosporus* untuk Ayam Pedaging. *Jurnal Ilmu Peternakan* Vol.6. No.2; 34-38.
- [11] Buckle, K. A. Edwards, R. A. Fleet, G. H. Wootton, M. 1987. *Ilmu Pangan*. Terjemahan Hari Purnomo dan Adiono. Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- [12] Rusdi, U.D. 1992. Fermentasi Konsetrat Campuran Bungkil Biji Kapok dan Ongkok Serta Implikasinya Terhadap Pertumbuhan ayam Boiler. *Disertasi*. Bandung. Unpad.

FT-11

Seleksi Galur Cabai Merah Untuk Bahan Baku Industri

Musaddad, D.^{1,a)} dan R. Kirana¹

¹Balai Penelitian Tanaman Sayuran
Jl. Tangkuban Parahu no. 517 Lembang, Bandung Barat 40391

^{a)}darmusaddad@gmail.com

Abstrak. Cabai merah merupakan sayuran yang bukan saja digunakan sebagai bumbu dapur, sambal, dan konsumsi segar lainnya tetapi digunakan juga sebagai bahan baku industri. Untuk dapat memenuhi kebutuhan tersebut diperlukan jenis cabai yang memiliki karakteristik fisik dan kimia yang sesuai. Penelitian ini bertujuan melakukan seleksi galur cabai merah yang berpotensi sebagai bahan baku industri. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pascapanen Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang pada tahun 2013. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap dengan 4 ulangan dan 12 perlakuan. Kedua belas perlakuan tersebut merupakan galur hasil silangan. Kriteria mutu penting dalam seleksi cabai merah untuk bahan baku industri (selain kepedasan) adalah kadar air, kadar bahan kering, Total Padatan Terlarut, Total asam dan vitamin C. Berdasarkan pada kriteria tadi dapat disimpulkan bahwa galur yang memiliki potensi sebagai bahan baku industri adalah galur nomor 08. Hal ini didasarkan pada hasil analisis yang menunjukkan bahwa galur tersebut mengandung total padatan terlarut, total asam dan kadar vitamin C tertinggi dengan berat kering yang tergolong tinggi.

Kata Kunci: *Capsicum annum* L, galur, mutu, industri.

Abstract. Chili peppers is a vegetable that is not only used as herbs, chili, and other fresh consumption but is also used as an industrial raw material. To meet these needs the necessary types of peppers that have physical and chemical characteristics accordingly. This objective of this study is to obtain line of chili peppers potentially as industrial raw materials. Research conducted at the Laboratory of Postharvest Indonesian Vegetables Research Institute, Lembang in 2013. The study design was completely randomized with two replications and 12 treatments. The twelve treatments such are lines result of crosses. Important quality criteria in the selection of chili pepper for industrial raw materials are the water content, dry matter content, Total Soluble Solid, Total acid and vitamin C. Based on the criterion is the strain that has the potential as a raw material processing industry is line number 08. it is based on the results of the analysis showed that these lines contain a total dissolved solids, total acid and vitamin C content highs with high dry weight.

Key words : *Capsicum annum* L. line, quality, industry.

Pendahuluan

Cabai (*Capsicum* sp) merupakan sayuran rempah yang tak terpisahkan dari menu masakan Indonesia karena rasa dan aromanya yang khas. Menurut Farikha (2011) dalam [1] rasa pedas pada cabai ditimbulkan oleh zat kapsaisin. Kapsaisin terdapat pada biji cabai dan plasenta, yaitu kulit cabai bagian dalam yang berwarna putih tempat melekatnya biji. Rasa pedas tersebut bermanfaat untuk mengatur peredaran darah, memperkuat jantung, nadi dan saraf, mencegah flu

dan demam, membangkitkan semangat dalam tubuh (tanpa efek narkotik), serta mengurangi nyeri encok dan rematik. Selain itu, cabai yang sudah dikeringkan (bubuk cabai) dapat dimanfaatkan sebagai bahan industri makanan dan minuman untuk menggantikan fungsi lada, sekaligus untuk memancing selera makan konsumen. Ekstrak bubuk cabai ini juga sering dipakai dalam pembuatan minuman *ginger beer*.

Cabai merah salah satu jenis cabai yang banyak dikonsumsi bukan saja dalam bentuk segar tetapi juga dalam bentuk pasta, saus, cabai bubuk, cabai ulek dalam kemasan, dan cabai kering tabur. Cabai merah dipilih atas dasar sifatnya yang khas seperti warna buahnya yang merah menyala dan memiliki biomassa yang tinggi [2].

Banyak industri baik pangan maupun farmasi yang menggunakan cabai sebagai bahan baku. Sebagian kebutuhannya diperoleh dari impor. Sebagai gambaran kebutuhan satu perusahaan sekitar 125 ton/hari, sedangkan yang bisa diperoleh dari petani mitra hanya 15-20 ton/hari atau hanya 12% [3]. Karena itu volume impor untuk produk olahan cabai dari tahun 2000 sampai 2014 cenderung meningkat, dimana volume impor lebih besar dari volume ekspornya [4]. Selanjutnya dikemukakan bahwa volume impor cabai olahan pada periode tersebut sebesar 12,13% per tahun. Dimana impor cabai olahan terutama dalam bentuk cabai kering pada tahun 2014 mencapai 69,70% dari total volume impor cabai olahan.

Setiap pelaku industri yang menggunakan bahan baku cabai pasti memiliki preferensi yang berbeda-beda terhadap karakteristik cabai yang akan digunakannya. Namun demikian, dimungkinkan ada kesamaan dalam beberapa karakter terutama terkait dengan rendemen, warna, dan kepedasan. Karakter-karakter fisikokimia yang berkaitan dengan hal-hal tersebut antara lain memiliki biomassa yang tinggi (berat kering), Total Padatan Terlarut (TPT), total asam dan vitamin C.

Langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam upaya penyediaan materi genetik dalam perbaikan tanaman adalah pengumpulan sumberdaya genetik dengan eksplorasi, konservasi, evaluasi karakter-karakter yang dimilikinya, serta memanfaatkannya [5][6]. Menurut Bermawie dkk. [7] karakterisasi merupakan salah satu tahapan penting dalam suatu rangkaian kegiatan pemuliaan tanaman. Karakterisasi dilakukan terhadap karakter-karakter yang lebih mudah diwariskan, mudah diamati dan sangat sedikit dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Ekspresi karakter-karakter yang bersifat kualitatif tersebut tidak mudah kelihatan dan terekam, oleh karena itu karakterisasi seperti karakterisasi morfologi sangat penting dilakukan.

Balai Penelitian Tanaman Sayuran (Balitsa) memiliki banyak koleksi sumber daya genetik (SDG) dan galur hasil silangan cabai merah. Namun belum diketahui karakter yang berkaitan dengan bahan baku industri. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi karakter mutu yang berkaitan dengan mutu olahan dari beberapa galur cabai merah. Hipotesis dari penelitian ini adalah diperoleh galur yang memiliki karakter unggul untuk bahan baku olahan.

Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret 2013 di Laboratorium Pascapanen Balitsa Lembang, Bandung Barat pada bulan Maret 2013. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah cabai merah dengan berbagai galur yang diperoleh dari hasil pertanaman penelitian pemuliaan cabai merah di Kebun Percobaan Margahayu Lembang. Bahan lain yang digunakan meliputi bahan kimia untuk analisa total asam dan vitamin C, serta bahan pembantu lainnya. Sedangkan alat yang digunakan adalah Hand refraktometer, oven cabinet, alat titrasi, timbangan analitik dan alat pendukung lainnya.

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 4 ulangan dan 12 perlakuan terdiri atas galur cabai merah hasil silangan. Karakter mutu yang diamati meliputi kadar air (grafimetri), bahan kering (grafimetri), Total Padatan Terlarut (Refraktometer), Total asam (Titrasi), dan Vitamin C (Titrasi).

Data yang terkumpul kemudian ditabulasi dan dianalisis dengan menggunakan uji F hitung (DASTAAT) untuk mengetahui perlakuan yang berpengaruh terhadap parameter yang diamati. Uji lanjut untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan menggunakan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%

Hasil

Karakter kualitas yang diamati pada penelitian ini merupakan karakter yang dianggap mempunyai pengaruh yang tinggi terhadap preferensi konsumen industri olahan. Hasil analisis statistik terhadap semua variabel kualitas cabai merah disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakter mutu beberapa galur cabai merah

Kode	Kadar air (%)	Berat Kering (%)	Total Padatan Terlarut (% Brix)	Total asam (%)	Vitamin C (mg/100 g)
01	86,55 b	13,45 a	7,05 a	0,65 ab	85,42 abc
02	85,38 ab	14,62 ab	6,73 a	0,80 b	104,61 bc
03	85,42 ab	14,58 ab	6,59 a	0,72 ab	94,52 abc
04	85,04 ab	14,96 ab	6,60 a	0,56 ab	74,79 abc
05	85,65 ab	14,36 ab	6,35 a	0,48 ab	63,17 abc
06	85,93 b	14,07 ab	5,08 a	0,33 a	42,96 a
07	86,60 b	13,40 a	5,50 a	0,63 ab	83,39 abc
08	85,65 ab	14,36 ab	7,13 a	0,86 b	112,73 c
09	84,94 ab	15,07 ab	6,90 a	0,65 ab	85,40 abc
10	83,65 a	16,35 b	6,45 a	0,39 a	52,05 ab
11	85,07 ab	14,93 ab	6,23 a	0,69 ab	90,98 abc
12	87,22 b	12,78 a	5,58 a	0,63 ab	82,37 abc
CV (%)	1,09	6,52	13,45	27,19	27,15

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti huruf sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan 5 %.

Kadar air

Data pada Tabel 1 menunjukkan adanya perbedaan kadar air antar galur cabai merah yang diuji. Galur nomor 10 menunjukkan kadar air paling rendah yaitu (83,65%) dan berbeda nyata dengan galur nomor 01, 06, 07, dan 12. Sedangkan kadar air tertinggi (87,22%) ditunjukkan oleh galur nomor 12 yang hanya berbeda nyata dengan galur nomor 10.

Berat Kering

Data pada Tabel 1 menunjukkan adanya perbedaan berat kering antar galur cabai merah yang diuji. Galur nomor 10 menunjukkan berat kering paling tinggi yaitu (16,35 %) dan berbeda nyata dengan galur nomor 01, 07, dan 12. Sedangkan berat kering terendah (12,75%) ditunjukkan oleh galur nomor 12 yang hanya berbeda nyata dengan galur nomor 10.

Total Padatan Terlarut

Total padatan terlarut (TPT) merupakan parameter yang bisa digunakan untuk mengetahui total gula secara kasar, dengan asumsi bahan padatan yang terlarut dalam bahan meliputi gula reduksi, gula non reduksi, asam-asam organik, pektin dan protein. Data pada Tabel 1 menunjukkan tidak ada perbedaan TPT antar galur cabai merah yang diuji. TPT cabai merah berkisar antara 5,08 – 7,13%Brix.

Total Asam

Kandungan asam pada bahan segar menjadi indikator kesegaran, karena seiring dengan lamanya waktu penyimpanan pada umumnya kadar total asam menurun. Relefansinya kandungan

total asam dengan kualitas olahan cabai merah adalah terletak pada rasa asam yang muncul dari prosuk olahannya, sehingga semakin tinggi kandungan total asamnya maka akan semakin baik.

Data pada Tabel 1 menunjukkan adanya perbedaan kadar total asam antar galur cabai merah yang diuji. Galur nomor 08 menunjukkan kadar total asam paling tinggi yaitu (0,86 %) dan berbeda nyata dengan galur nomor 06 dan 10. Sedangkan total asam terendah (0,33 %) ditunjukkan oleh galur nomor 06 dan berbeda nyata dengan galur 02 dan 08.

Vitamin C

Dari hasil analisis total asam dan uji korelasinya menunjukkan bahwa vitamin C pada cabai merah mendominasi asam-asam organik lainnya. Data pada Tabel 1 menunjukkan tren serupa dengan total asam yaitu terjadi perbedaan kadar vitamin C antar galur cabai merah yang diuji. Galur nomor 08 menunjukkan kadar vitamin C paling tinggi yaitu (112,73 mg/100g) dan berbeda nyata dengan galur nomor 06 dan 10. Demikian halnya dengan vitamin C terendah (42,96 mg/100g) ditunjukkan oleh galur dengan total asam terendah yaitu nomor 06.

Dari data vitamin C maupun total asam serta korelasinya dapat disimpulkan bahwa galur nomor 08 memiliki potensi terbaik sebagai bahan baku olahan bila dibandingkan dengan galur yang diuji lainnya.

Pembahasan

Kandungan kadar air umumnya berkorelasi negatif dengan bahan kering dan rendemen. Bahan yang berkadar air rendah akan memiliki bahan kering yang tinggi. Hal tersebut dibuktikan dengan nilai koefisien korelasi yang tinggi yaitu -1. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa ditinjau dari kadar airnya maka terdapat 8 galur cabai merah yang memiliki potensi rendemen olahan yang tinggi yaitu galur nomor 02, 03, 04, 05, 08, 09, 10, dan 11.

Seperti telah dikemukakan sebelumnya bahwa berat kering diduga berkorelasi positif dengan rendemen olahan, sehingga pada cabai merah dengan bahan kering yang tinggi diduga akan memberikan rendemen olahan yang tinggi. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa ditinjau dari kadar airnya maka terdapat 9 galur cabai merah yang memiliki potensi rendemen olahan yang tinggi yaitu galur nomor 02, 03, 04, 05, 06, 08, 09, 10, dan 11.

Hasil uji korelasi dengan total asam maupun vitamin C menunjukkan tingkat keeratan hubungan yang rendah (koefisien korelasi 0,23). Namun demikian bila dilihat angka rata-rata tertinggi, baik TPT (7,13 %Brix), total asam (0,86%) maupun 112,73 mg/100 g ditunjukkan oleh galur yang sama yaitu galur nomor 08. Data serupa tidak terjadi pada TPT, total asam dan vitamin C terendah. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh adanya proporsi dari bahan terlarut lainnya yang berbeda.

Kadar total asam memiliki keeratan hubungan dengan kadar vitamin C (koefisien korelasi 0,998) sehingga hampir dapat dipastikan bahwa vitamin C dalam cabai merah memiliki proporsi cukup besar dibandingkan dengan asam-asam organik lainnya.

Pada penelitian ini tidak dilakukan analisis capcaisin. Namun sebagai gambaran hasil uji korelasi yang dilakukan terhadap beberapa varietas menunjukkan adanya keeratan hubungan antara capcaisin dengan vitamin C, dimana semakin tinggi vitamin C semakin tinggi juga kadar capcaisinnya [8]. Dengan kata lain semakin tinggi vitamin C maka akan semakin pedas rasanya.

Hasil analisis di atas menunjukkan bahwa galur nomor 08 memperlihatkan keunggulan pada Total Padatan Terlarut, total asam, dan vitamin C dengan kandungan bahan kering yang tergolong tinggi. Hal ini sejalan dengan persyaratan yang secara umum ditetapkan oleh industri seperti yang disitir dalam Tabloid Agrina bahwa ada beberapa persyaratan bagi pemasok cabai: bentuk, tingkat kematangan, kebersihan, dan warna. Kedua, organoleptik: rasa dan aroma. Ketiga, kimia. Keempat, kadar air dan kandungan mikroba.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang tinggi saya sampaikan kepada Enung Murtiningsih, STP, Mamat Rachmat, dan Udin Samsudin yang telah membantu dalam menganalisis bahan di laboratorium.

Daftar Pustaka

- Yuwono, SS. 2015. Olahan Cabai Rawit. Universitas Brawijaya. <http://darsatop.lecture.ub.ac.id/2015/10/olahan-cabai-rawit/>. Diakses, 20 Mei 2016
- [2] Djarwaningsih, T., 2005. Review: *Capsicum* sp. (Cabai): Asal, Persebaran dan Nilai Ekonomi. *Biodiversitas* Vol.6 No. 4. Hlm 292-296.
- Tabloid Agrina. 2012. Menangkap Peluang Pasar Industri. Tabloid agribisnis duamingguan. Terbit 18 September 2012. <http://www.agrina-online.com/redesign2.php?rid=20&aid=3834> . Diakses, 20 Mei 2016.
- [4] Pusat Data dan Informasi Pertanian. 2015. *Outlook Cabai*. Pusat Data dan Informasi Pertanian. Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian. Hlm 20-21.
- [5] Berthaud, J 1997, 'Strategies for Conservation of Genetic Resources in Relation with Their Utilization', *Euphytica*, vol.96, hlm.1-12.
- [6] Silitonga, TS 2004, 'Pengelolaan dan Pemanfaatan Plasma Nutfah Padi di Indonesia, *Bul., Plasma Nutfah*, vol.10, no. 2, hlm. 56-71.
- [7] Bermawie, N, Ajjiah, N & Rostiana, O 2002, 'Karakterisasi morfologi dan mutu adas (*Foenim vulgare* Mill)', *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*, vol. 13, no. 2, hlm. 26.
- [8] Musaddad, D., PS Levianny, dan ST Wahyuni. Karakterisasi dan Umur Simpan Beberapa Varietas Bawang Merah. *Prosiding Seminar Nasional 2016 Bidang Ekonomi, Sosial, Politik, Budaya, Psikologi, Sains, Pendidikan, Agama, dan Teknologi* Hlm. 29-39.

Topik : Mikrobiologi

MK-3

PENGARUH BEBERAPA ISOLAT *Trichoderma* spp TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN CABAI MERAH (*Capsicum annum* L.)

^{1a)}Yayan Maryana, ²⁾Rahmact Sutarya, ³⁾Muhammad Agus Salim

¹Pusat Penelitian Biosains dan Bioteknologi ITB, ²Balai Penelitian Tanaman Sayuran,
³Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati.

^ayayan_maryana@yahoo.co.id

Abstrak. Rendahnya produksi nasional cabai merah salah satunya disebabkan karena tanah di Indonesia sebagian besar bersifat masam. Kandungan bahan organik tanah masam sangat rendah, sehingga diperlukan pupuk yang mampu menyediakan kadungan bahan organik tanah dan aman bagi lingkungan. *Trichoderma* spp merupakan salah satu mikroorganisme fungsional yang dikenal luas sebagai pupuk biologis tanah. Keberadaan *Trichoderma* spp yang ditemukan pada berbagai daerah menjadikan kemampuan *Trichoderma* spp di dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman berbeda-beda, oleh karena itu sebuah penelitian telah dilakukan dengan memberikan *Trichoderma* spp yang berasal dari beberapa daerah terhadap tanaman cabai merah. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Balitsa dan Biologi UIN SGD selama 4 bulan (Januari-April 2010). Metode yang digunakan adalah Rancang Acak Lengkap Faktor Tunggal, yakni 10 isolat *Trichoderma* spp yang berasal dari daerah Sagunung, Cianjur, Tarogong I, Tarogong II, Cisurupan, Majalengka, Lembang I, Lembang II, Lembang III dan Leles. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian *Trichoderma* spp tidak berbeda nyata terhadap variabel tinggi batang, jumlah daun, dan diameter habitus tanaman cabai merah. *Trichoderma* spp asal Lembang II berbeda nyata padavariabel diameter batang (0,45 cm) dan berat basah (43,20 gram), sedangkan untuk pemberian *Trichoderma* spp asal Lembang I berbeda nyata terhadap variabel berat kering (13,67 gram).

Kata kunci: *Trichoderma* spp, pupuk kandang dan *Capsicum annum* L.

Abstract. One of reason the low national production of *Capsicum annum* is due to acidic type soil in most of Indonesian land. Organic matter content in acidic soil is very low, so itis needed a fertilizer that capable to provide content of organic matter wich safe for the environment. *Trichoderma* spp is one of functional microorganism that is widely known as a biological fertilizer soil. The existence of *Trichoderma* spp found in various regions,makes *Trichoderma* spp capability in improving plant growth vary. therefore, a study has been done with a *Trichoderma* spp coming from several areas of the *Capsicum annum*. This research was conducted at the Laboratory of Balitsa and Laboratory of UIN Sunan Gunung Djati for 4 months (January-April 2010).The method used is Complete Random Design with Single Factor, 10 isolates of *Trichoderma* spp from areas of Sagunung, Cianjur, Tarogong I, Tarogong II, Cisurupan, Majalengka, Lembang I, Lembang II, Lembang III and Leles. The results showed that application of *Trichoderma* spp was not significantly different to variables of plant height, number of leaves, and the diameter plant habitus of a *Capsicum annum*. *Trichoderma* spp of Lembang II significantly different to variable of stem diameter (0.45 cm) and wet

weight (43.20 grams), as for the provision of *Trichoderma* spp Lembang I significantly different to variable dry weight (13.67 grams).

Keywords: *Trichoderma* spp, fertilizer and *Capsicum annuum* L.

Pendahuluan

Cabai merah merupakan salah satu sayuran buah yang menjadi komoditas ekspor dan diusahakan secara komersial secara besar maupun kecil [1]. Tanaman ini mempunyai daya adaptasi, sehingga lokasi produksinya tersebar cukup luas di Indonesia yang mencapai 162.000 ha. Rata-rata hasil panen cabai merah nasional pada tahun 2007 berjumlah 723 ribu ton sedangkan pada tahun 2008 sebesar 778 ribu ton. Angka tersebut masih rendah bila dibandingkan dengan potensi produksinya yang mencapai 1,8 juta ton per tahun [2]. Salah satu faktor penyebab rendahnya produksi cabai merah nasional adalah dibudidayakannya cabai merah pada tanah masam [3]. Tanah masam di Indonesia mencapai 48,3 juta hektar. Dalam pengembangannya, tanah masam mempunyai problem kesuburan tanah berupa rendahnya kandungan bahan organik yang terkandung di dalamnya [4].

Salah satu mikroorganisme fungsional yang dikenal luas sebagai pupuk biologis tanah adalah jamur *Trichoderma* spp. Jamur ini merupakan salah satu jenis mikroorganisme penghuni tanah yang dapat diisolasi dari perakaran tanaman lapang. Beberapa spesies *Trichoderma* spp yang sudah dilaporkan sebagai agensia hayati yaitu: *T. Harzianum*, *T. Viridae*, dan *T. Koningi* yang berspektrum luas pada berbagai tanaman pertanian. Biakan *Trichoderma* spp dalam media aplikatif seperti dedak dapat diberikan ke areal pertanaman dan berlaku sebagai biodekomposer, mendekomposisi limbah organik menjadi kompos yang bermutu [5]. Hasil penelitian Widiyandari (2002) menunjukkan bahwa semakin tinggi taraf *T. viride* mampu menurunkan serat kasar jerami padi dan meningkatkan konsentrasi NH_3 , produksi VFA, pencernaan bahan kering dan bahan organik secara linier [6]. Sedangkan untuk *T. Harzianum*, mempunyai sifat selulolitik dengan mengsekresikan selulosa. Selulose merupakan enzim yang dapat memutuskan ikatan glukosida β -1,4 di dalam selulosa.

Di sisi lain, Indonesia merupakan negara tropis yang mempunyai potensi menghasilkan jenis agen hayati yang sangat tinggi [7]. Demikian pula dengan *Trichoderma* spp yang hampir ditemukan pada semua jenis tanah dan pada berbagai habitat [8] [9], sehingga keefektifitasan *Trichoderma* spp di dalam mempengaruhi pertumbuhan tanaman berbeda-beda [10].

Melihat kemampuan *Trichoderma* spp yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, dan terdapatnya pada berbagai daerah dengan efektivitas yang berbeda-beda maka perlu dikembangkan upaya penelitian pengaruh inokulasi beberapa isolat *Trichoderma* spp terhadap pertumbuhan tanaman cabai merah.

Metode

Biakan induk murni *Trichoderma* spp diambil dari koleksi isolat Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Pengamatan warna, diameter dan struktur koloni *Trichoderma* spp dilakukan dua hari sekali selama delapan hari.

Media tumbuh cabai merah yang digunakan adalah campuran antara tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 1 kg pupuk kandang ditambah dengan 2 kg tanah yang kemudian dimasukkan ke dalam polybag kapasitas 1 kg dengan ulangan berjumlah 3 buah. Setelah berumur 14 hari, tanaman cabai merah diinokulasikan *Trichoderma* spp yang disiramkan pada permukaan tanah sekitar batang. Sebagai kontrol satu perlakuan tidak diinfeksi *Trichoderma* spp. Pemeliharaan terdiri atas penyiraman yang dilakukan setiap hari.

Hasil

Data Penunjang

Pengamatan warna isolat *Trichoderma* spp dilakukan secara langsung dengan melihat warna *Trichoderma* spp ketika tumbuh pada media PDA. Pengamatan dari hari ke-2 sampai hari ke-8. Koloni *Trichoderma* spp asal Sagunung, Tarogong 2, Cisarupan, Lembang 1 dan

Lembang 3 pada pengamatan pertama berwarna putih kemudian pada pengamatan ke-2 berubah menjadi berwarna hijau keputih-putihan dan pada pengamatan ke-3 serta ke-4 berwarna hijau. Sedangkan untuk koloni *Trichoderma* spp asal Cianjur, Tarogong 1, Leles dan Lembang 2 pada pengamatan pertama berwarna putih kemudian pengamatan ke-2 berubah menjadi berwarna hijau keputih-putihan dan akhirnya pada pengamatan ke-3 serta ke-4 berwarna hijau pucat (Data tidak disajikan).

Pengamatan bentuk isolat *Trichoderma* spp dilakukan secara langsung dengan melihat bentuk *Trichoderma* spp ketika berada di dalam media PDA. Pengamatan yang diperoleh bentuk isolat *Trichoderma* spp asal Sagunung, Cisurupan, Majalengka pada pengamatan pertama berbentuk melingkar dan pada pengamatan ke-2 sampai dengan ke-4 berbentuk melingkar jarang. Isolat *Trichoderma* spp asal Cianjur, Tarogong 1, Tarogong 2, Leles, Lembang 2 dan Lembang 3 pada pengamatan pertama berbentuk melingkar dan pada pengamatan ke-2 sampai dengan ke-4 berbentuk melingkar kompak. Sedangkan untuk isolat *Trichoderma* spp asal Lembang 1 pada pengamatan pertama berbentuk melingkar dan pada pengamatan ke-2 sampai dengan ke-4 tidak beraturan (Data tidak disajikan).

Diameter pertumbuhan isolat *Trichoderma* spp dilakukan secara langsung dengan mengukur panjang pertumbuhan *Trichoderma* spp ketika berada di dalam media PDA. Setiap isolat *Trichoderma* spp yang berasal dari berbagai daerah memiliki panjang diameter pertumbuhan yang sama dari mulai pengamatan ke-2 sampai dengan ke-4 yaitu seluas 9 cm. Sedangkan pada pengamatan pertama, setiap isolat *Trichoderma* spp memiliki diameter yang berbeda-beda yaitu: Isolat *Trichoderma* spp asal Sagunung I dan Sagunung II yaitu 3,7 cm, Isolat *Trichoderma* spp asal Sagunung III, Majalengka I, Majalengka II, Lembang 2 II, Lembang 2 III, Lembang 1 II dan Lembang 1 III yaitu 3 cm, Isolat *Trichoderma* spp asal Cianjur I yaitu 4,7 cm, Isolat *Trichoderma* spp asal Cianjur II, Tarogong 1 III, Tarogong 1 II, Tarogong 2 III yaitu 4,8 cm, Isolat *Trichoderma* spp asal Cianjur III, Tarogong 1 I, Tarogong 2 I, Tarogong 2 II, Leles I yaitu 4 cm, Isolat *Trichoderma* spp asal Cisurupan I yaitu 4,5 cm, Isolat *Trichoderma* spp asal Cisurupan II yaitu 4,3 cm, Isolat *Trichoderma* spp asal Cisurupan III, Lembang 1 I, Lembang 3 III, Lembang 3 I, Lembang 3 II yaitu 3,5 cm, Isolat *Trichoderma* spp asal Leles II yaitu 4,2 cm, Isolat *Trichoderma* spp asal Leles III yaitu 3,4 cm, Isolat *Trichoderma* spp asal Majalengka III yaitu 2,6 cm, dan Isolat *Trichoderma* spp asal Lembang 2 I yaitu 3,6 cm (Data tidak disajikan).

Sedangkan berdasarkan hasil analisis statistik menunjukkan berbeda nyata terhadap diameter pertumbuhan isolat *Trichoderma* spp pada media PDA selama 8 hari setelah inokulasi (Tabel 2). Berdasarkan analisis statistik menunjukkan berbeda nyata terhadap diameter pertumbuhan isolat *Trichoderma* spp pada media PDA selama 8 hari setelah inokulasi, dengan taraf kepercayaan 95%. Diameter pertumbuhan inokulum *Trichoderma* spp paling tinggi ditunjukkan dari inokulum *Trichoderma* spp asal Cianjur yaitu 6,75 cm, Tarogong I seluas 6,76 cm dan Tarogong II adalah 6,63 cm. Sedangkan diameter pertumbuhan *Trichoderma* spp yang paling kecil ditunjukkan oleh *Trichoderma* spp asal Majalengka yaitu 5,93 cm.

Data utama

Hasil analisis statistik menunjukkan tidak berbeda nyata perlakuan inokulum *Trichoderma* spp terhadap pertumbuhan tinggi batang, jumlah daun, diameter habitus tanaman dan berbeda nyata pada diameter batang, berat basah dan berat kering. Pengaruh *Trichoderma* spp terhadap pertumbuhan tanaman cabai merah disajikan di dalam Tabel 1.

Tabel 1. Diameter pertumbuhan isolat *Trichoderma* spp pada media PDA selama 8 hari setelah inokulasi

Perlakuan	Luas diameter (cm)
Sagunung	6.23 c
Cianjur	6.75 a
Tarogong I	6.76 a
Tarogong II	6.63 a
Cisurupan	6.55 ab
Leles	6.43 b
Majalengka	5.93 d
Lembang I	6.08 cd
Lembang II	6.10 cd
Lembang III	6.25 c

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95%

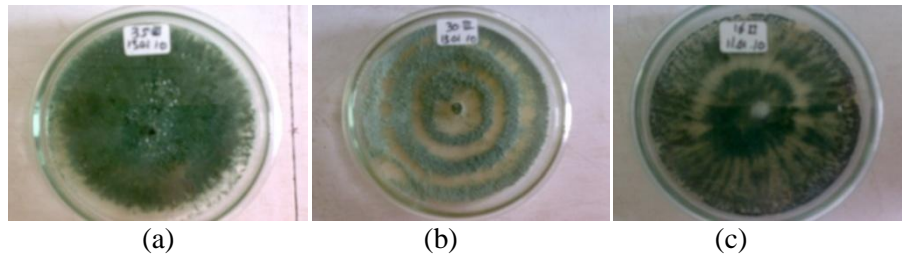
Tabel 2. Pengaruh inokulum *Trichoderma* spp terhadap rata-rata tinggi batang, jumlah daun, diameter habitus tanaman, diameter batang, berat basah, dan berat kering tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.) pada 6 minggu setelah tanam.

Perlakuan	Tinggi batang (cm)	Jumlah daun (helai)	Diameter habitus tanaman (cm)	Diameter batang (cm)	Berat basah (gram)	Berat kering (gram)
Kontrol	22.11 a	18.83 a	20.80 a	0.43 ab	19.63 b	4.76 c
Sagunung	20.50 a	21.16 a	16.41 a	0.35 ab	18.00 b	5.70 bc
Cianjur	16.41 a	19.16 a	15.95 a	0.31 ab	13.80 b	3.77 c
Tarogong I	20.41 a	20.33 a	18.83 a	0.41 ab	20.26 b	4.85 c
Tarogong II	22.00 a	19.00 a	18.21 a	0.36 ab	24.16 ab	6.03 bc
Cisurupan	19.91 a	17.83 a	18.48 a	0.35 ab	19.63 b	4.14 c
Leles	18.91 a	17.33 a	16.23 a	0.31 ab	18.06 b	4.00 c
Majalengka	16.83 a	20.33 a	14.51 a	0.30 b	11.76 b	3.34 c
Lembang I	24.50 a	21.66 a	19.28 a	0.43 ab	27.56 ab	13.67 a
Lembang II	24.41 a	22.33 a	22.25 a	0.45 a	43.20 a	7.97 b
Lembang III	19.75 a	23.00 a	15.70 a	0.36 ab	22.66 ab	11.03 ab

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95%

Pengaruh pemberian inokulum *Trichoderma* spp terhadap variabel diameter batang, berat basah dan berat kering tanaman cabai merah yang diamati, berbeda nyata pada taraf kepercayaan 95%. Diameter batang yang paling mengalami peningkatan akibat dari pemberian inokulasi *Trichoderma* spp yakni tanaman cabai merah yang diinokulasikan *Trichoderma* spp asal daerah Lembang II dengan diameter seluas 0,45 cm. Sedangkan diameter batang tanaman cabai merah yang paling kecil ditunjukkan oleh tanaman cabai merah yang diinokulasikan *Trichoderma* spp asal Majalengka seluas 0,30 cm dan *Trichoderma* spp asal Cianjur serta Leles seluas 0,31 cm.

Berat basah yang paling signifikan ditunjukkan oleh tanaman cabai merah yang diinokulasikan *Trichoderma* spp asal lembang II yaitu sebesar 43.20 gram kemudian Lembang I yaitu 27,56 gram. Sedangkan untuk berat basah yang paling rendah ditunjukkan oleh tanaman cabai merah yang diinokulasikan *Trichoderma* spp asal Majalengka yaitu 11,76 gram dan *Trichoderma* spp asal Cianjur yaitu 13,80 gram. Sedangkan berat kering paling tinggi ditunjukkan dari tanaman cabai merah yang diinokulasikan *Trichoderma* spp asal lembang I yakni sebesar 13,67 gram dan Lembang III yaitu 11,03 gram. Sedangkan berat kering yang paling kecil dimiliki oleh tanaman cabai merah yang diinokulasikan *Trichoderma* spp asal Majalengka yaitu 3,34 gram dan *Trichoderma* spp asal Cianjur yaitu 3,77 gram.



Gambar 1. penampilan isolat *Trichoderma* spp. (a) melingkar kompak, (b) melingkar jarang dan (c) tidak beraturan

Pembahasan

Warna dari koloni *Trichoderma* spp sangat ditentukan oleh pigmen hijau pucat, namun pada beberapa isolat sering tampak warna yang berbeda, biasanya berwarna kuning atau kekuning-kuningan atau hijau terang. Warna koloni juga dapat ditentukan oleh banyak sedikitnya spora [11]. Sedangkan bentuk koloni *Trichoderma* spp ada yang melingkar kompak, melingkar jarang dan tidak beraturan sesuai genotif *Trichoderma* spp sehingga menyebabkan bentuk isolat *Trichoderma* spp berbeda-beda antara daerah satu dengan daerah lainnya [12] (Gambar 1).

Berdasarkan data pengamatan Tabel 1, perkembangan *Trichoderma* spp yang berasal dari berbagi daerah terjadi sangat cepat dan bersamaan. Dalam waktu empat hari setelah inokulum ditumbuhkan pada media PDA, semua bagian PDA sudah terinokulasi. Hal ini menurut Rina (1994), disebabkan karena pertumbuhan koloni *Trichoderma* spp relatif cepat [13]. Diameter pertumbuhan inokulum *Trichoderma* spp yang paling tinggi ditunjukan dari inokulum *Trichoderma* spp asal Cianjur, Tarogong I, dan Tarogong II diduga karena *Trichoderma* spp asal daerah tersebut memiliki kemampuan untuk membentuk miselium yang berupa benang-benang halus yang disebut hifa. Hifa pada *Trichoderma* spp dapat tumbuh dengan cepat dan memproduksi berjuta-juta spora karena sifatnya yang demikian *Trichoderma* spp dikatakan memiliki daya kompetitif yang tinggi [14]. Selain itu pula, perkembangbiakan *Trichoderma* spp ditentukan oleh pembentukan sporanya. Makin cepat pembentukan spora, maka perkembangan koloni makin cepat [11].

Tidak berpengaruhnya inokulasi *Trichoderma* spp asal berbagai daerah terhadap variabel tinggi batang (Tabel 1) diduga karena pengamatan yang telah dilakukan selama 6 minggu setelah tanam sehingga masih belum memperlihatkan peningkatan pertumbuhan secara visual. Tanaman cabai merah merupakan salah satu tanaman yang cukup lama berbuah. Panen pertama kali pada tanaman ini dapat dilakukan pada umur 70 sampai 75 hari, dengan interval panen 3 sampai 7 hari. Tidak terdapat perbedaan pengaruh terhadap tinggi tanaman disebabkan pula oleh faktor lingkungan tumbuh terutama dalam hal penerimaan sinar matahari. Sinar matahari selain berguna untuk proses fotosintesis juga dapat merangsang hormon tumbuh auksin. Selama penelitian dilakukan, masuk ke dalam musim penghujan di mana intensitas penyinaran kurang maksimal. Hal ini mengakibatkan tidak terdapat efek auksin pada tinggi tanaman semua perlakuan [15].

Sedangkan tidak berpengaruhnya inokulasi *Trichoderma* spp asal berbagai daerah terhadap variabel diameter habitus tanaman, diduga karena unsur yang diperlukan tanaman cabai merah untuk meningkatkan diameter habitus tanaman cabai merah sudah tersedia di dalam pupuk kandang. Pupuk kandang merupakan bahan organik yang mengandung humus, apabila ditambahkan ke dalam tanah dapat digunakan sebagai energi dalam perombakan bahan organik oleh jasad renik. Pemberian pupuk kandang dalam jumlah yang banyak akan meningkatkan aktivitas jasad renik tanah dalam merombak senyawa organik dan menyediakan makanan bagi tanaman, melepaskan enzim-enzim seperti protease, lipase, nitrogenase sehingga dapat menciptakan lingkungan yang menguntungkan bagi pertumbuhan vegetatif tanaman untuk penyerapan unsur hara. Lebih lanjut dikatakan bahwa dengan menambah pupuk kandang akan mendorong terjadinya perubahan sifat tanah terutama struktur tanah, sumber hara makro,

terurainya bahan induk tanah menjadi unsur hara yang tersedia bagi tanaman, dengan demikian akan mendorong peningkatan penyerapan unsur hara oleh tanaman [16].

Peningkatan variabel diameter batang tanaman cabai merah diduga karena *Trichoderma* spp asal daerah Lembang I dan Lembang II merupakan jenis *Trichoderma* spp yang mampu meningkatkan aktifitas didalam merangsang tanaman, untuk menghasilkan enzim yang berguna bagi peningkatan diameter batang tanaman cabai merah. Adapun jenis *Trichoderma* spp asal berbagai daerah lainnya diduga belum dapat memiliki kemampuan sebagai mana yang dimiliki oleh jenis *Trichoderma* spp asal daerah Lembang I. Hal ini diperlihatkan dari luas diameter batang yang masih lebih kecil dibandingkan luas diameter batang tanaman cabai merah yang tidak diinokulasikan *Trichoderma* spp.

Perbedaan pengaruh inokulum *Trichoderma* spp terhadap variabel berat basah tanaman cabai merah disebabkan karena terdapat perbedaan nyata pada diameter batang sebelumnya sehingga berpengaruh pula terhadap berat basah tanaman cabai merah, dimana untuk inokulum *Trichoderma* spp asal lembang II memiliki diameter seluas 0,45 cm gram dan *Trichoderma* spp asal lembang I yaitu 0.43 cm. Hal ini diduga karena nilai berat basah tanaman ditentukan oleh perkembangan batang tanaman. Marainah (2010), menambahkan bahwa berlakunya *Trichoderma* spp sebagai biodekomposer, mendekomposisi limbah organik menjadi kompos yang bermutu menyebabkan unsur-unsur yang diperlukan oleh tumbuhan tersedia dan dapat diserap oleh tanaman cabai merah khususnya unsur K[5]. Unsur K berperan dalam memperlancar metabolisme dan penyerapan makanan. Metabolisme yang lancar dan penyerapan makanan mengakibatkan sel tanaman akan mengalami pemanjangan dan vakuola akan membesar sehingga kemampuan menyerap air menjadi banyak. Adanya pertumbuhan organ tanaman mengakibatkan air di dalam jaringan meningkat sehingga kadar air dalam jaringan juga meningkat yang menyebabkan bobot segar tanaman juga meningkat.

Disamping itu, tanah yang berasal dari Lembang II dan Lembang I diduga pula memiliki faktor eksternal yang sangat mempengaruhi pertumbuhan *Trichoderma* spp di alam yakni materi organik, kelembaban, aerasi, temperatur dan derajat keasaman atau pH tanah yang mampu meningkatkan aktifitas *Trichoderma* spp terhadap mikroba indigenus pada pupuk kandang sehingga merangsang mikroba tersebut menghasilkan enzim yang berguna bagi peningkatan berat basah tanaman cabai merah.

Peningkatan berat kering tanaman cabai merah yang diinokulasi oleh *Trichoderma* spp diduga karena tanaman cabai merah yang diinokulasikan jenis *Trichoderma* spp asal Lembang I dan Lembang III memiliki kemampuan meningkatkan aktifitas didalam merangsang tanaman, untuk menghasilkan enzim yang berguna bagi penyerapan unsur hara yang lebih sehingga mampu meningkatkan aktivitas protoplasma sel yang menunjang pada pertumbuhan sel. Dengan adanya pertumbuhan sel dan jaringan yang baik pada batang, maka akan meningkatkan biomassa tanaman, sehingga meningkatkan berat kering tanaman cabai merah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Dwidjoseputro (1994), yang menyatakan bahwa biomassa akan menentukan berat kering tanaman [17].

Pada tanaman cabai merah hasil diinokulasikan *Trichoderma* spp yang berasal dari daerah Majalengka dan Cianjur memiliki berat kering yang lebih rendah dibandingkan dengan *Trichoderma* spp yang berasal dari berbagai daerah lainnya. Hal ini diduga karena *Trichoderma* spp asal Majalengka dan Cianjur berasal dari tanah yang memiliki kandungan unsur hara dan faktor eksternal yang mempengaruhi genotif *Trichoderma* spp didalam meningkatkan berat kering tanaman cabai merah.

Berdasarkan hasil penelitian ini maka dapat ditarik kesimpulan bahwa Inokulasi *Trichoderma* spp dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman cabai merah. Hal ini diperlihatkan dari bertambahnya parameter berat basah, berat kering dan diameter batang tanaman cabai merah. Sedangkan inokulasi *Trichoderma* spp tidak berbeda nyata terhadap parameter tinggi batang, jumlah daun dan diameter habitus tanaman cabai merah.

Daftar Pustaka

- [1] Winarsih, S. dan Syafrudin. 2001. Pengaruh Pemberian *Trichoderma spp* dan Sekam Padi Terhadap Rebah Kecambah Di Persemaian Cabai. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. 3(1) : 49-55.
- [2] Ditjen Hortikultura. 2010. Pasokan Dan Harga Cabe Serta Bawang Merah: Menjelang Hari Raya Keagamaan Tahun 2008. <http://www.hortikultura.deptan.go>. Diakses 25 Mei 2016.
- [3] Zulaikha, S., dan Gunawan. 2006. Serapan Fosfat dan Respon Fisiologis Tanaman Cabai Merah Cultivar *Hot Beauty* Terhadap Mikoriza dan Pupuk Fosfat Pada Tanah Ultisol. *Jurnal Bioscientiae*. 3(2) : 83-92.
- [4] Mezuan, Iin P. Handayani dan E. Inorih. 2002. Penerapan Formulasi Pupuk Hayati Untuk Budidaya Padi Gogo. *Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian Indonesia*. 4(1) : 27-34.
- [5] Maraianah, L. 2010. Pembuatan Pupuk Bokashi Menggunakan Jamur *Trichoderma sp*. Sebagai Decomposer. <http://taniluarbiasa.blogspot.com>. Diakses 25 Mei 2016.
- [6] Widiyandari, N.D. 2002. Manfaat Fermentasi oleh *Trichoderma viride* dan Ensilasi Terhadap Mutu Nutrisi Jerami Padi. *Skripsi*. Jurusan Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor.
- [7] Purwantisari, S. dan R. B. Hastuti. 2009. Uji Antagonisme Jamur Patogen *Phytophthora infestans* Penyebab Penyakit Busuk Daun dan Umbi Tanaman Kentang Dengan Menggunakan *Trichoderma spp*. Isolat Lokal. *Jurnal Bioma*. 11(1) : 24-32.
- [8] Setyowati N, H. Bustamam dan M. Derita. 2003. Penurunan Penyakit Busuk Akar dan Pertumbuhan Gulma Pada Tanaman Selada yang Dipupuk Mikroba. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. 5(2) : 48-57.
- [9] Rina S. Soetopo dan Endang R.C.C. 2008. Efektivitas Proses Pengomposan Limbah *Sludge* Industri Kertas Dengan Jamur. *Jurnal Berita Selulosa*. 42(2) : 93-100.
- [10] Wahyuno, D. 2009. Pengendalian Terpadu Busuk Pangkal Batang Lada. *Jurnal Persfektif*. 8(1) : 17-29.
- [11] Martin, R. 1994. Efektifitas *Trichoderma spp* sebagai Pengendali Hayati Jamur Patogen *Rhizoctania Solani* pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) merr). *Skripsi*. Jurusan Biologi Fakultas MIPA. Universitas Padjajaran. Sumedang.
- [12] Rifai, M. A. 1969. *A Revision of The Genus Trichoderma spp Mycological Paper*. Key Surrey: Commonwealth Mycological Institut.
- [13]
- [14]
- [15] Rosniawaty, S. Ratnadewi. I.A. Sudirja. R. 2007. Pengaruh Pupuk Organik dan Pupuk Hayati Terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao (*Theobroma Cacao* L.) Kultivar Upper Amazone Hybrid. Laporan Penelitian Penelitian Peneliti Muda (LITMUD) UNPAD. Jatinangor. Setyowati N, H. Bustamam dan M. Derita. 2003. Penurunan Penyakit Busuk Akar dan Pertumbuhan Gulma Pada Tanaman Selada yang Dipupuk Mikroba. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. 5(2) : 48-57.
- [16] Subandi, N. dan Ismiyanti. 2007. Pengaruh Dosis Pupuk Kandang dan Waktu Aplikasi Jamur Antagonis *Trichoderma spp* Sebagai Pengendali Penyakit Layu *Fusarium* Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah. *Jurnal Agrijati*. 6(1) : 14-19.
- [17] Dwidjoseputro, D. 1994. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

MK-2

Bakteri dan Jamur *Indigenous Oily Sludge* Industri Minyak Bumi

Nia Rossiana ^{1,a)}, Ida Indrawati ¹, Tanti Nurfitriani ¹, Aida Muthia Khalida ¹,
Fauziah Nurhusnayain ¹

¹*Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran.*

^{a)}*niarossiana@yahoo.com*

Abstrak. Penelitian mengenai isolasi bakteri dan jamur *indigenous oily sludge* asal industri minyak bumi dilakukan untuk mendapatkan isolat bakteri dan jamur yang akan dimanfaatkan dalam bioremediasi. Metode yang digunakan adalah metode eksploratif yang dianalisis secara deskriptif. Metode ini terdiri dari tiga tahapan, yaitu tahap isolasi, tahap identifikasi, serta tahap pengamatan pertumbuhan bakteri dan jamur. Penghitungan koloni bakteri dan jamur dilakukan dengan metode pengenceran bertingkat atau TPC (*Total Plate Count*). Identifikasi bakteri dilakukan dengan metode pewarnaan gram dan spora, sedangkan identifikasi jamur dilakukan dengan metode *Moist Chamber*. Bakteri dan jamur yang telah teridentifikasi kemudian diamati pertumbuhannya. Hasil identifikasi bakteri menunjukkan terdapat dua jenis bakteri pada *oily sludge*, yaitu bakteri kode OSC berbentuk *staphylococcus*, gram positif, dan tidak berspora, serta bakteri kode OSH berbentuk *streptobacil*, gram positif, dan berspora. Bakteri OSC dan OSH memiliki tipe pertumbuhan *diauxic growth*. Keduanya mengalami fase eksponensial sampai jam ke 12 dan fase stasioner pada jam ke 18. Hasil identifikasi jamur menunjukkan terdapat tiga jenis jamur yang ditemukan pada *oily sludge* di antaranya *Penicillium* sp₁, *Penicillium* sp₂, dan *Penicillium* sp₃. Fase eksponensial *Penicillium* sp₁ dan *Penicillium* sp₂ terjadi pada hari ke-4, sedangkan *Penicillium* sp₃ terjadi pada hari ke-10.

Kata kunci: Bakteri, Jamur, Indigenous, Kurva Tumbuh, *Oily Sludge*

Pendahuluan

Oily sludge adalah suatu emulsi kompleks dari berbagai *petroleum hydrocarbons* (PHCs), air, logam berat, dan partikel padat. *Oily sludge* merupakan salah satu limbah padat yang paling banyak dihasilkan dalam industri minyak [1]. *United States Environmental Protection Agency* (US-EPA) mengklasifikasikan *oily sludge* sebagai prioritas utama polutan lingkungan yang perlu ditangani karena banyak komponen *oily sludge* yang beracun, mutagenik, dan karsinogenik [2].

Metode penanganan limbah dengan prinsip biologis merupakan metode yang ramah lingkungan. Proses pemulihan lahan yang terpapar bahan tercemar dengan memanfaatkan mikroorganisme dikenal dengan istilah bioremediasi. Bioremediasi dapat mendegradasi komponen *oily sludge* menjadi senyawa yang ramah lingkungan seperti CO₂ dan H₂O [3].

Bioremediasi hidrokarbon dapat dilakukan dengan menggunakan mikroorganisme *indigenous* seperti bakteri dan jamur [4][5]. Mikroorganisme tersebut berpotensi untuk mengatasi berbagai permasalahan lingkungan tercemar, seperti yang dinyatakan oleh Fan dan Krishnamurthy [6] bahwa mikroorganisme merupakan agen utama untuk biodegradasi. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan isolat bakteri dan jamur yang akan dimanfaatkan dalam bioremediasi.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksploratif dan dianalisis secara deskriptif. Bahan dan metode yang digunakan akan diuraikan sebagai berikut.

Bahan: air fuchsin, akuades, alkohol 70%, alkohol 96%, H₂SO₄ 1%, karbol violet, kertas saring, lugol, *Nutrient Agar* (NA), *Nutrient Broth* (NB), NaCl fisiologis, *oily sludge*, pasir, *Potato Dextrose Agar* (PDA), tanah, vaselin, dan vermikompos.

Penanaman bakteri dan jamur pada medium pertumbuhan

Sebanyak 1 g sampel disuspensikan dalam 10 mL NaCl fisiologis dengan *mixer Vortex*. Pengenceran bertingkat dilakukan dengan mengambil 1 mL sampel dengan mikropipet, lalu dimasukkan ke dalam 9 mL NaCl fisiologis dan dihomogenkan.

Sampel pada tiga pengenceran terakhir, masing-masing dituangkan ke dalam cawan Petri steril. Penanaman bakteri dan jamur dilakukan dengan metode *Total Plate Count* (TPC). Medium NA (untuk bakteri) dan PDA (untuk jamur) dituangkan ke dalam cawan Petri dan dihomogenkan secara perlahan. Inkubasi untuk bakteri dilakukan selama 24 jam pada suhu 37°C dan untuk jamur dilakukan selama 72 jam pada suhu 25°C. Setelah diinkubasi, koloni bakteri dan jamur dihitung dengan rumus sebagai berikut (Cappuccino and Sherman, 1987):

$$\text{Jumlah koloni (CFU/g)} = \frac{(a \times 10^d) + (b \times 10^e) + (c \times 10^f)}{3}$$

Keterangan:

a,b,c: jumlah koloni

d,e,f: faktor pengenceran

Pemurnian bakteri dan jamur

Pemurnian dilakukan dengan mengambil koloni yang tumbuh dengan ose steril. Bakteri diinokulasikan dengan metode gores kuadran pada permukaan medium NA dalam cawan Petri kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Jamur diinokulasikan dengan metode titik pada permukaan medium PDA dalam cawan Petri, kemudian diinkubasi selama 72 jam pada suhu 25°C.

Setelah bakteri dan jamur murni, kemudian diinokulasikan pada agar miring dan diinkubasi.

Identifikasi bakteri dilakukan dengan pewarnaan gram dan spora, sedangkan identifikasi jamur dilakukan dengan metode *Moist Chamber*.

Identifikasi bakteri dengan pewarnaan gram dan spora bakteri

Pewarnaan gram dilakukan dengan menambahkan 1 tetes NaCl fisiologis pada kaca objek steril, kemudian 1 ose bakteri yang berumur 24 jam disuspensikan pada NaCl tersebut, lalu difiksasi. Setelah itu, karbol violet ditambahkan sebagai pewarna pertama dan didiamkan selama 30 detik, kemudian dicuci dengan akuades. Lugol ditambahkan ke kaca objek dan dibiarkan selama 30 detik, kemudian dicuci dengan akuades. Alkohol 96% ditambahkan dan dibiarkan selama 2 detik, kemudian dicuci dengan akuades. Air fuchsin ditambahkan sebagai pewarna kedua dan dibiarkan selama 30 detik, kemudian dicuci dengan akuades dan dibiarkan mengering. Preparat diamati pada perbesaran 1000×. Gram positif ditandai dengan badan vegetatif yang berwarna ungu sedangkan gram negatif ditandai dengan badan vegetatif yang berwarna merah.

Pewarnaan spora dilakukan dengan mensuspensikan bakteri yang berumur 72 jam pada NaCl fisiologis. Kemudian ditambahkan dengan karbol fuchsin. Suspensi dipanaskan selama 5 menit. Setelah itu, suspensi ditetaskan pada kaca objek dan difiksasi, lalu ditambahkan H₂SO₄ 1% dan didiamkan selama 2 detik. Alkohol ditambahkan 96% selama 2 detik dan dicuci dengan akuades. Larutan metilen biru ditambahkan dan didiamkan selama 3 menit, lalu dicuci dengan

akuades. Preparat diamati dengan perbesaran 1000×. Pewarnaan spora positif ditandai dengan adanya spora berwarna merah dengan badan vegetatif berwarna biru.

Identifikasi fungi dengan metode Moist Chamber

Metode ini dilakukan dengan menggunakan cawan Petri steril yang didalamnya sudah dialasi kertas saring, terdapat kaca objek dan kaca penutup. PDA ditetaskan di atas kaca objek. Setelah agar beku, salah satu sisi agar dipotong dan ditanamkan hifa fungi yang telah dimurnikan. Pada ketiga sisi kaca penutup diolesi dengan vaselin lalu diletakkan di atas agar yang telah ditanami fungi. Akuades ditetaskan di atas kertas saring, sehingga suasana lembab. Kemudian diinkubasi selama 72 jam pada suhu ruang. Setelah tumbuh, fungi diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 400× dan 1000×. Morfologi yang terlihat dapat diidentifikasi dengan menggunakan buku panduan *Introduction to Food Borne Fungi* karangan Robert A. Samson tahun 1981 dan buku *Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi: Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species* karangan Tsuneo Watanabe tahun 1937.

Pengamatan pertumbuhan bakteri dan jamur

Bakteri disuspensikan dalam NaCl fisiologis dan kekeruhannya disetarakan dengan McFarland 3. Sebanyak 5 mL suspensi bakteri dimasukkan dalam 50 mL NB dalam botol dan diletakkan pada *shaker* bersuhu 37°C. Pertumbuhan bakteri diamati setiap 6 jam selama 3 hari, penghitungan bakteri dilakukan dengan metode TPC.

Jamur disuspensikan dalam NaCl fisiologis. Sebanyak 10 mL suspensi jamur dimasukkan dalam 100 g pada campuran medium tanah:pasir (2:1) dan vermikompos dalam botol dan diletakkan pada suhu 37°C. Pertumbuhan jamur diamati setiap 48 jam selama 12 hari penghitungan jamur dilakukan dengan metode TPC.

Hasil

Penanaman bakteri dan jamur pada medium pertumbuhan

Bakteri yang telah diinkubasi selama 24 jam tumbuh dan terdapat dua jenis koloni berbeda dengan nilai CFU pada Tabel 1. Jamur yang telah diinkubasi selama 72 jam tumbuh dan terdapat tiga jenis koloni berbeda dengan nilai CFU pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai CFU bakteri dan jamur *indigenous oily sludge*

Mikroorganisme	Nilai CFU (CFU/gram)
Bakteri	$31,3 \times 10^{10}$
Jamur	19

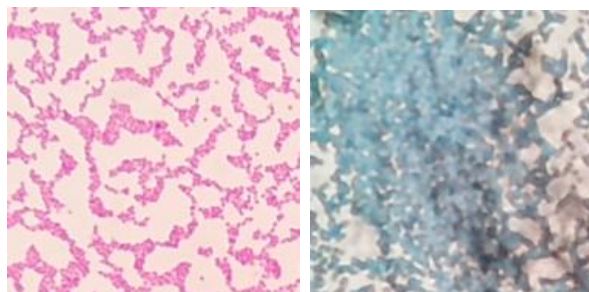
Pemurnian dan identifikasi bakteri dan jamur

Karakteristik bakteri secara makroskopis dan mikroskopis ditunjukkan pada Tabel 2 serta Foto 1 dan 2.

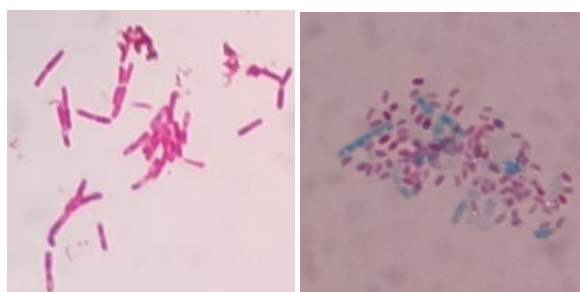
Tabel 2. Jenis bakteri dan karakteristiknya secara makroskopis dan mikroskopis

Jenis bakteri	Ciri morfologi makroskopis	Hasil pewarnaan gram	Hasil pewarnaan spora
OSC	Pinggiran rata, membulat, berwarna putih susu, permukaan licin, dan elevasi cembung	Staphylococcus, tidak beraturan, gram positif (+) (Gambar 1)	Tidak terdapat spora. Badan vegetatif berwarna biru (Gambar 1)

<i>OSH</i>	Pinggiran koloni tidak rata, berwarna putih, permukaan licin, dan elevasi rata	Streptobasil, gram positif (+) (Gambar 2)	Spora berada di tengah badan vegetatif. Spora berwarna merah, badan vegetatif berwarna biru (Gambar 2)
------------	--	---	--



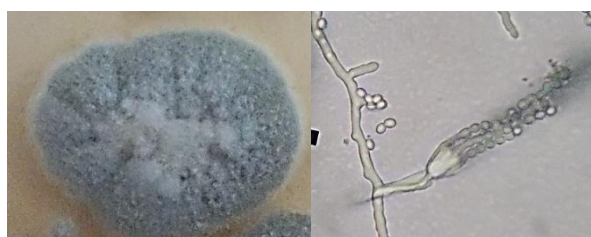
Gambar 1. Hasil pewarnaan gram *OSC* (kiri) dan pewarnaan spora (kanan).



Gambar 2. Hasil pewarnaan gram *OSH* (kiri) dan pewarnaan spora (kanan).

Karakteristik jamur secara makroskopis dan mikroskopis ditunjukkan pada Tabel 3 serta Foto 3 dan 4.

Tabel 3. Jenis jamur dan karakteristiknya secara makroskopis dan mikroskopis		
Jenis jamur	Makroskopis	Mikroskopis
<i>Penicillium</i> sp ₁ .	Koloni berwarna hijau dengan tepi berwarna putih, terdapat warna putih di bagian tengahnya, bagian bawah berwarna kuning dan mengkerut, dan berbentuk bulat (Gambar 3)	Konidiofor berwarna hijau dan konidia berbentuk bulat hijau (Gambar 3)
<i>Penicillium</i> sp ₂ .	Koloni berwarna hijau putih, bagian bawahnya berwarna kuning kecoklatan dengan bagian tengahnya mengkerut, mengeluarkan metabolit berwarna kuning, dan berbentuk bulat (Gambar 4)	Konidiofor berwarna hijau dan konidia berbentuk bulat dengan warna hijau gelap (Gambar 4)



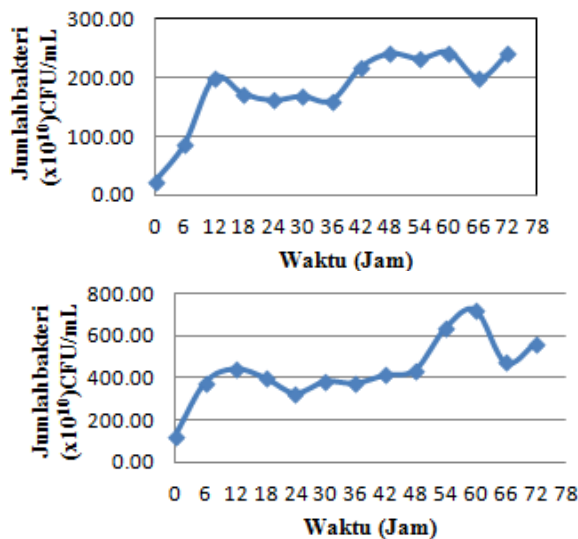
Gambar 3. Morfologi makroskopis *Penicillium* sp₁. (kiri) dan morfologi mikroskopis *Penicillium* sp₁. (kanan)



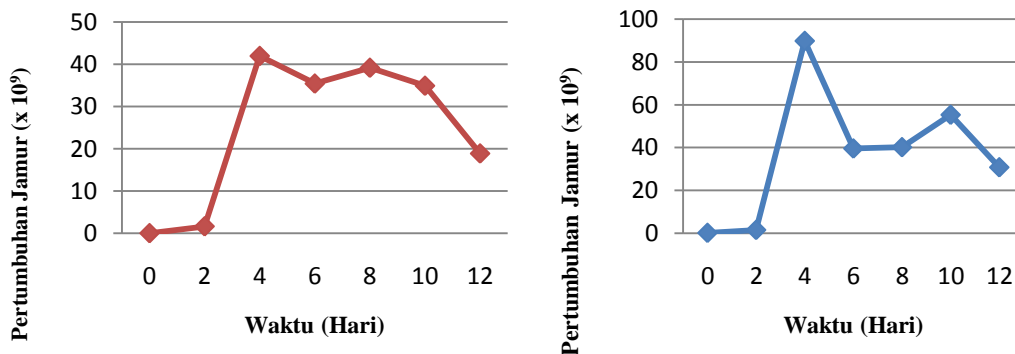
Gambar 4. Morfologi makroskopis *Penicillium* sp₂. (kiri) dan morfologi mikroskopis *Penicillium* sp₂. (kanan)

Pengamatan pertumbuhan bakteri dan jamur

Kurva pertumbuhan bakteri *OSC* ditunjukkan dengan gambar 5. dan bakteri *OSH* ditunjukkan dengan gambar 6. Pertumbuhan bakteri diamati setiap 6 jam selama 3 hari. Kurva pertumbuhan jamur *Penicillium* sp₁. ditunjukkan dengan gambar 7, dan jamur *Penicillium* sp₂. ditunjukkan dengan gambar 8. Pertumbuhan jamur diamati setiap 2 hari selama 12 hari.



Gambar 5. Pertumbuhan bakteri *OSC* Gambar 6. Pertumbuhan bakteri *OSH*



Gambar 7. Pertumbuhan *Penicillium* sp₁.

Gambar 8. Pertumbuhan *Penicillium* sp₂.

Pembahasan

Penanaman bakteri dan jamur pada medium pertumbuhan

Hasil isolasi menunjukkan bahwa pada *oily sludge* terdapat bakteri dan jamur yang dapat memanfaatkan *oily sludge* sebagai sumber karbon. Hal ini disebabkan karena bakteri dan jamur

dapat menghasilkan enzim yang salah satunya berfungsi untuk memecah hidrokarbon aromatik yang terdapat dalam *oily sludge*, yaitu kelompok oksidoreduktase [7].

Hasil isolasi bakteri dari *oily sludge* (Tabel 1.), menunjukkan bahwa nilai CFU bakteri sebesar $31,3 \times 10^{10}$ CFU/gram. Nilai CFU bakteri lebih besar dibandingkan dengan nilai CFU jamur, yaitu 19 CFU/gram.

Identifikasi bakteri

Berdasarkan hasil identifikasi dengan pewarnaan gram dan spora, genus bakteri yang mungkin pada *OSC*, yaitu *Micrococcus* atau *Staphylococcus* karena merupakan gram positif, memiliki bentuk *coccus* irregular, dan tidak memiliki spora. Sedangkan genus bakteri yang mungkin pada *OSH*, yaitu *Bacillus* atau *Clostridium* karena merupakan gram positif, memiliki bentuk basil, dan memiliki spora di bagian tengah (Benson, 2001). Penelitian Sattarova dan Umirbekovna [9] menunjukkan *Micrococcus* ditemukan hidup dalam *oily sludge*, di Khazakistan. Selain itu, Ranjit dkk.[10] juga menemukan *Micrococcus* pada *oily sludge* di Bharat Petroleum Corporation, India.

Sarma dan Sarma [11] menyatakan bahwa *Staphylococcus* hidup pada lahan yang terkontaminasi *crude oil* di lahan minyak Joipur, India. Selain itu, menurut penelitian Mariano dkk. [12] didapatkan *Staphylococcus hominis* hidup pada tanah terkontaminasi minyak di Brazil.

Penelitian Bento dkk.[13] menunjukkan bahwa terdapat 3 jenis *Bacillus* yang terdapat dalam tanah yang tercemar minyak diesel di Hong Kong (China), yaitu *Bacillus cereus*, *Bacillus sphaericus*, dan *Bacillus fusiformis*. Sedangkan terdapat 1 jenis *Bacillus* di Long Beach, California (USA), yaitu *Bacillus pumilus*. Selain itu, penelitian Joshi dan Skekhawat [14] terdapat 7 jenis bakteri yang diisolasi dari tanah yang tercemar petroleum, yaitu *Bacillus subtilis*, *Bacillus coagulans*, *Bacillus polymyxam*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus cereus*, dan *Bacillus macrercans*.

Raza dkk.[15] melaporkan bahwa *Clostridium* ditemukan pada tanah yang terkontaminasi minyak di Provinsi Punjab, Pakistan. Sementara itu, menurut penelitian Mahalakshmi dkk. (2010) *Clostridium* sp. ditemukan pada *oily sludge* di India.

Identifikasi jamur

Berdasarkan hasil isolasi dan identifikasi diperoleh 3 jenis jamur *indigenous oily sludge*, ketiganya termasuk dalam genus *Penicillium*. Enabulele dan Obayagbona [17] melaporkan bahwa genus *Aspergillus* dan *Penicillium* memiliki kemampuan untuk mendegradasi hidrokarbon. Jamur tersebut berasal dari hasil isolasi sekitar tanah bengkel otomotif di saluran limbah *crude oil*.

Penelitian Al-Nasrawi [18] menunjukkan bahwa *Penicillium documbens* ditemukan di Teluk Meksiko dan digunakan untuk biodegradasi *crude oil*. Alpentri dkk. [19] menambahkan bahwa *Penicillium* sp. mempunyai kemampuan biodegradasi minyak bumi yang berasal dari hasil isolasi salah satu sumur minyak di Minas. Selain itu, penelitian yang dilakukan Rossiana dkk. [20] menunjukkan bahwa *Penicillium* sp. mampu mendegradasi *oily sludge*. *Penicillium* sp. tersebut adalah jamur *indigenous oily sludge*.

Pengamatan pertumbuhan bakteri dan jamur

Pengamatan kurva tumbuh bakteri dilakukan dengan metode TPC. Selama 72 jam pengamatan didapatkan fase eksponensial dan fase stasioner pada bakteri *OSC* dan *OSH* dan tidak terdapat fase lag.

Pertumbuhan bakteri *OSC* meningkat signifikan pada jam ke-12 menjadi $198,17 \times 10^{10}$ CFU/mL. Hal yang sama terjadi pada bakteri *OSH*, yaitu meningkat signifikan pada jam ke-12 menjadi $443,41 \times 10^{10}$ CFU/mL. Fase ini merupakan fase eksponensial di mana sel mengalami pembelahan paling cepat [21]. Pada jam ke-18 hingga jam ke-36 pertumbuhan bakteri *OSC* mengalami kenaikan dan penurunan yang tidak signifikan sedangkan pada bakteri *OSH* fase ini

terjadi pada jam ke-18 hingga jam ke 48. Fase ini merupakan fase stasioner karena kenaikan dan penurunan tidak terjadi secara signifikan [21].

Bakteri *OSC* mengalami peningkatan kembali pada jam ke-42 menjadi $217,16 \times 10^{10}$ CFU/mL dan bakteri *OSH* pada jam ke 54 menjadi $634,71 \times 10^{10}$ CFU/mL. Adanya kenaikan kembali jumlah bakteri menunjukkan tipe pertumbuhan *diauxic growth*. Hal ini terjadi karena medium pertumbuhan yang digunakan (NB) termasuk medium kompleks sehingga bakteri memanfaatkan nutrisi yang sederhana terlebih dahulu, kemudian memanfaatkan nutrisi yang lebih kompleks [22].

Sementara itu, pengamatan kurva pertumbuhan jamur dilakukan dengan menggunakan metode TPC selama 12 hari. Selama 12 hari pengamatan didapatkan fase lag, fase eksponensial, dan fase stasioner pada *Penicillium* sp₁. dan *Penicillium* sp₂.

Fase lag atau fase adaptasi terjadi karena adanya beberapa faktor, yaitu (1) medium dan lingkungan pertumbuhan. Apabila medium dan lingkungan pertumbuhan tersebut sama dengan yang sebelumnya, maka fase lag akan terjadi dengan singkat atau bahkan tidak diperlukan. Namun, apabila medium dan lingkungan pertumbuhannya berbeda dengan sebelumnya, maka fase lag akan lebih lama atau dalam masa penyesuaian karena kondisi lingkungan dan nutrisi yang terkandung juga berbeda. Pada saat penyesuaian tersebut, bakteri dan jamur mulai membentuk atau mensintesis enzim-enzim. (2) jumlah inokulum. Semakin tinggi jumlah sel awal jamur yang digunakan, maka akan mempercepat fase adaptasinya [23].

Pada hari ke-2 menuju hari ke-4, *Penicillium* sp₁. dan *Penicillium* sp₂. menunjukkan adanya fase eksponensial. Hal tersebut ditandai dengan pertumbuhan selnya yang sangat meningkat menjadi $89,710 \times 10^9$ dan $41,907 \times 10^9$. Pada fase eksponensial, pertumbuhan sangat dipengaruhi oleh medium tempat tumbuhnya seperti kandungan nutrisi, pH, kondisi lingkungan (suhu dan kelembaban). Pada hari ke-6 sampai hari ke-10 *Penicillium* sp₁. dan *Penicillium* sp₂. menunjukkan adanya fase stasioner. Fase stasioner adalah keadaan sel-selnya yang berhenti membelah atau antara sel hidup dan sel yang mati seimbang [23]. Pada hari ke-12, baik *Penicillium* sp₁. maupun *Penicillium* sp₂. pertumbuhan sel-selnya mengalami penurunan atau sel-selnya telah mati akibat kekurangan atau tidak adanya nutrisi bagi pertumbuhan.

Hasil isolasi mikroorganisme *indigenous* dalam penelitian ini dua spesies bakteri dan dua spesies jamur. Isolat bakteri dan jamur yang diisolasi dari *oily sludge* dapat digunakan untuk biodegradasi. Pengamatan pertumbuhan bakteri dan jamur dapat menjadi acuan untuk mengetahui waktu inkubasi optimum sehingga proses biodegradasi dapat berlangsung optimum.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada staff Departemen Biologi Universitas Padjadjaran yang telah membantu selama penelitian.

Daftar Pustaka

- [1] Hu, G., J. Li., G. Zeng. 2013. Recent Development in The Treatment of Oily Sludge from Petroleumindustry: A Review. *Journal of Hazardous Materials. Elsevier*.
- [2] Liu, W., Y. Luo., Y. Teng., Z. Li., and Q. Ma. 2009. Bioremediation of oily sludge-contaminated soil by stimulating indigenous microbes. *Environ Geochem Health*, 32: 23-29.
- [3] Santosa, D.A., T. Listiyawati. D. Irawathi., Herdiyantoro., R.W.U. Ananda., and S. Adiwibowo. 2004. *Biotechnology for Remediation of Oil Sludge and Petroleum Contaminated Ecosystem Using Bacteria Isolated from Indonesia's Region*. Enviromental Research Center-Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [4] Stapleton, R.D., D.C. Savage., G.S. Sayler., and G. Stacey. 1998. Biodegradation of Aromatic Hydrocarbons in an Extremely Acidic Environment. *Applied and Environmental Microbiology*, 64 (11): 4180-418.
- [5] Gofar, N. 2011. Characterization of Petroleum Hydrocarbon Decomposing Fungi Isolated from Mangrove Rhizosphere. *J.Trop Soils*, 16 (1): 39-45.

- [6] Fan, Chi-Yuan and S. Krishnamurthy. 1995. Enzymes for Enhancing Bioremediation of Petroleum-Contaminated Soils. *Journal of the Air and Waste Management Association* 45: 453-460.
- [7] Karigar, C.S. and S.S. Rao. 2011. *Role of Microbial Enzymes in The Bioremediation of Pollutants: A Review*. Bangalore: Department of Biochemistry, Bangalore University.
- [8]
- [9] Sattarova, A.M. and I.S. Umirbekovna. 2015. The Role of Spontaneous and Augmented Microflora in Cleaning Oil-Contaminated Loamy Gray Soils of Southern Kazakhstan. *Mediterranean Journal of Social Sciences MCSEER Publishing, Rome-Italy* 6 (1).
- [10] Ranjit, D., C. Poonam, O.A. Singh, D. Priyadarshini, K. Sufia. 2014. Community Composition and Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAH) Biodegradation Potential of Microorganism Isolated from Oily Sludge. *Journal of Environmental Research And Development* 9 (1).
- [11] Sarma, A and Sarma, H. 2010. Enhanced Biodegradation of Oil Products by Some Microbial Isolate Supplemented with Heavy Metals. *International Journal of Botany* 6 (4).
- [12] Mariano, A.P., A.P. Kataoka., D. Angelis. and D.M, Bonotto. 2007. Laboratory Study on The Bioremediation of Diesel Oil Contaminated Soil from a Petrol Station. *Braz. J. Microbiol.* 38 (2).
- [13] Bento, F.M., Camargo., Okeke, B.C., Frankenberger Jr. 2005. Diversity of Biosurfactant Producing Microorganisms Isolated from Soils Contaminated with Diesel Oil. *Journal Elsevier* 160.
- [14] Joshi, P.A and D.B. Skekhawat. 2014. Screening and Isolation of Biosurfactant Producing Bacteria from Petroleum Contaminated Soil. *Pelagia Research Library European Journal of Experimental Biology* 4(4): 164-169.
- [15] Raza, C., A. Bilal., N. Jahan. 2010. Evaluation of Biodegradation Potential of Bacteria in Crude Oil Contaminated Soil. *Biologia (Pakistan)* 56 (1&2): 77-85.
- [16]
- [17] Enabulele, O.I and O.N. Obayagbona. 2013. Biodegradation Potentials of Mycoflora Isolated from Auto Mobile Workshop Soils on Flow Station Crude Oil Sludge. *International Research Journal of Biological Sciences* 2 (5): 9-18.
- [18] Al-Nasrawi, H. 2012. Biodegradation of Crude Oil by Fungi Isolated from Gulf Of Mexico. *Journal of Bioremediation and Biodegradation* 3 (4): 1-6.
- [19] Alpentri., N. Juli., dan S. Siregar. 2001. Evaluasi Kemampuan Isolat Jamur dari Salah Satu Sumur Minyak di Minas dalam Mendegradasi Minyak Bumi. *Prosiding Simposium Nasional IATMI*. Yogyakarta 3-5 Oktober. hlm 1-6.
- [20] Rossiana, N., A.P. Wulandari., F. Fiandisty., A.S. Rescho., and F.Z. Ghassani. 2015. Biosurfactants Activity from Exogenous Fungi to Decreasing Total Petroleum Hydrocarbon (TPH) of Balongan Oil Sludge. *Asian Journal of Microbiology Biotechnology Environmental Science* 17 (4): 1-4.
- [21] Srivastava, S and P.S. Srivastava. 2003. *Understanding Bacteria*. Springer. India.
- [22] James, A.M. 1987. *Thermal and Energetic Studies of Cellular Biological Systems*. IOP Publishing. Ireland.
- [23] Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan I*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

MK-6

Keragaman Jenis Jamur Kayu Makroskopis di Cagar Alam dan Taman Wisata Alam Kamojang

Putut Fajar Arko ^{1, a)}, Betty Mayawatie Marzuki ^{1, b)}, Joko Kusmoro ^{1, c)}

¹*Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran*

^{a)}penulis yang berkorespondensi: pututfajara@gmail.com

^{b)}mayawatiebetty@yahoo.com; ^{c)} kusmorojoko@gmail.com

Abstrak. Indonesia merupakan negara yang memiliki hutan hujan tropis terluas ketiga di dunia. Namun, penelitian mengenai data biodiversitas jamur makroskopis di hutan Indonesia tersebut masih sangat terbatas. Terlebih lagi, kita dihadapkan dengan cepatnya laju penurunan keanekaragaman hayati baik oleh proses alamiah maupun oleh ulah manusia. Maka dari itu, penelitian yang bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis jamur makroskopis yang tumbuh pada kayu di Cagar Alam dan Taman Wisata Alam Kamojang ini perlu dilakukan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode jelajah dibantu garis transek sepanjang 24,49 Km. Hasilnya didapatkan 49 jenis jamur kayu makroskopis: *Armillaria* sp., *Auricularia* sp., *Bisporella* sp., *Bolbitius* sp., *Campanella* sp., *Cerrena* sp.^[1], *Cerrena* sp.^[2], *Chlorociboria aeruginosa*, *Coprinus* sp., *Crepidotus* sp., Fam. Helotiaceae, *Fistulina hepatica*, *Ganoderma* sp.^[1], *Ganoderma* sp.^[2], *Gymnopilus* sp., *Lentinus* sp., *Lepiota* sp., *Marasmiellus* sp.^[1], *Marasmiellus* sp.^[2], *Marasmiellus* sp.^[3], *Marasmiellus* sp.^[4], *Marasmius* sp.^[1], *Marasmius* sp.^[2], *Marasmius* sp.^[3], *Microporus xanthopus*, *Mycena filipes*, *Mycena manipularis*, *Mycena semivestipes*, *Mycena* sp., *Oudemansiella* sp., *Phellinus* sp., *Phlebia* sp., *Pleurotus* sp., *Pluteus thomsonii*, *Polyporus badius*, *Polyporus meridionalis*, *Polyporus tenuiculus*, *Polyporus udus*, *Postia* sp., *Schizophyllum commune*, *Scutellinia* sp., *Steccherinum* sp., *Stereum gausapatum*, *Stereum ostrea*, *Stereum rameale*, *Tyromyces* sp., *Xylaria longipes*, *Xylaria* sp.^[1], dan *Xylaria* sp.^[2]

Kata kunci: Kamojang, jamur kayu makroskopis, Metode Jelajah

Abstract. Indonesia is a country that has the third largest tropical rainforest in the world. However, research data on biodiversity of macrofungi in Indonesia's forest is still very limited. Moreover, we are faced with the rapid rate of decline in biodiversity both by natural processes and by human activities. Therefore, the study that aimed to determine the types of macrofungi that grow on wood in the Kamojang Natural Reserves and Nature Park is needed to be done. The method used in this research is exploration assisted with 24.49 Km line transect. The result shows 49 species of wood-decay macrofungi: *Armillaria* sp., *Auricularia* sp., *Bisporella* sp., *Bolbitius* sp., *Campanella* sp., *Cerrena* sp.^[1], *Cerrena* sp.^[2], *Chlorociboria aeruginosa*, *Coprinus* sp., *Crepidotus* sp., Fam. Helotiaceae, *Fistulina hepatica*, *Ganoderma* sp.^[1], *Ganoderma* sp.^[2], *Gymnopilus* sp., *Lentinus* sp., *Lepiota* sp., *Marasmiellus* sp.^[1], *Marasmiellus* sp.^[2], *Marasmiellus* sp.^[3], *Marasmiellus* sp.^[4], *Marasmius* sp.^[1], *Marasmius* sp.^[2], *Marasmius* sp.^[3], *Microporus xanthopus*, *Mycena filipes*, *Mycena manipularis*, *Mycena semivestipes*, *Mycena* sp., *Oudemansiella* sp., *Phellinus* sp., *Phlebia* sp., *Pleurotus* sp., *Pluteus thomsonii*, *Polyporus badius*, *Polyporus meridionalis*, *Polyporus tenuiculus*, *Polyporus udus*, *Postia*

sp., *Schizophyllum commune*, *Scutellinia* sp., *Steccherinum* sp., *Stereum gausapatum*, *Stereum ostrea*, *Stereum rameale*, *Tyromyces* sp., *Xylaria longipes*, *Xylaria* sp.^[1], dan *Xylaria* sp.^[2]

Keywords: Kamojang, wood-decay macrofungi, Exploration Method

Pendahuluan

Indonesia merupakan negara beriklim tropis, memiliki hutan hujan tropis terluas ketiga di dunia [1]. Salah satu dari hutan hujan tropis yang berada di Indonesia yaitu Cagar Alam dan Taman Wisata Alam Kamojang di Kabupaten Bandung - Garut, Jawa Barat. Cagar Alam dan Taman Wisata Alam ini memiliki total area konservasi seluas 8.286 Ha yang terbagi menjadi dua area utama, yaitu Cagar alam (CA) dengan luas 7.805 Ha dan Taman Wisata Alam (TWA) seluas 481 Ha (Surat Keputusan Menteri Kehutanan Nomor: 110/Kpts-II/90). Kawasan ini berada di area yang beriklim tropis serta memiliki ketinggian lokasi berkisar antara 1200-2100 mdpl. dan curah hujan per tahunnya 2500-3000 mm [2] hal ini mengakibatkan area ini memiliki kelembaban yang cukup tinggi. Hasil pemantauan BKSDA pada tahun 2005 hingga 2013 ternyata tidak terjadinya pengurangan area penutupan lahan pada Cagar Alam Kamojang (70%), hal ini membuktikan keasrian dari kawasan ini tetap terjaga. Jenis hutan yang berada di Cagar Alam dan Taman Wisata Alam Kamojang bersifat heterogen dan terus hijau sepanjang tahun, sehingga kanopi yang menutupi lantai hutan akan terus ada. Kondisi di bawah kanopi hutan ini memiliki intensitas cahaya yang rendah dan kelembaban yang tinggi. Salah satu contoh organisme yang mampu hidup di kondisi tersebut adalah jamur [3].

Sampai saat ini, penelitian mengenai potensi jamur makroskopis di hutan Indonesia sebagai bahan pangan masih belum banyak dilakukan, bahkan sampai saat ini data biodiversitas jamur makroskopis saja masih sangat terbatas. Di lain pihak, kita dihadapkan dengan cepatnya laju penurunan keanekaragaman hayati baik oleh proses alamiah maupun oleh ulah manusia [4]. Kerusakan hutan di Indonesia mencapai 2,5 juta hektar per tahun. Jika kondisi tersebut dibiarkan, dalam waktu 20 tahun mendatang Indonesia akan menjadi negara yang telah kehilangan sumber daya terbesarnya [5]. Jutaan spesies jamur mungkin akan mengalami kepunahan sebelum tergali potensinya [6]. Oleh karena itu penelitian perlu dilakukan untuk menggali potensi jamur makroskopis terutama di hutan yang memiliki keadaan yang mendukung tumbuhnya jamur tersebut.

Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan pada bulan Mei hingga Agustus 2015. Metode dalam mengumpulkan data jamur di lapangan adalah metode jelajah (eksplorasi) dibantu garis transek ([7] dalam [8][9]). Hasil yang didapat lalu di analisis secara deskriptif.

Pengumpulan data di lapangan

Proses pengumpulan data di lapangan dilakukan dengan menentukan titik awal dan titik akhir lokasi pengamatan. Selanjutnya jalur penelitian dibuat dengan bantuan garis transek pada area penelitian. Transek tersebut disusuri secara teliti hingga ditemukan jamur kayu makroskopis. Hal yang dilakukan ketika menemukan jamur tersebut adalah mendokumentasikannya dengan kamera dari berbagai sisi (penempelan di substrat, sisi atas, sisi samping, sisi bawah, belahan tubuh buah). Selanjutnya mencatat data primer atau ciri morfologinya (jenis jamur secara umum; Pileus- warna permukaan, warna permukaan *bruising*, warna konteks, tekstur permukaan, kondisi permukaan, bentuk, margin; Lamellae- warna, tipe margin, jenis pewarnaan, penempelan lamellae dengan stipe, tipe hymenium, jumlah lamellulae, bentuk pori jika ada; Stipe- warna, warna *bruising*, warna konteks, letak penempelan tipe dengan pileus, tipe permukaan, tipe dasar; Ornamenasi- tipe volva, tipe anulus; warna jejak spora; dan aroma), Morfometrik (Pileus- diameter, tinggi, ketebalan konteks; Stipe- tinggi diameter atas, diameter tengah, diameter bawah; Lamellae- tinggi, panjang tabung jika ada), dan data sekunder yaitu kondisi lingkungan tempat tumbuhnya (kondisi substrat dan vegetasi

sekitar) [8][10][11][12]. Pengukuran juga dilakukan pada kondisi fisik lingkungan tempat tumbuhnya (koordinat, ketinggian, kelembaban, temperatur, dan intensitas cahaya). Setelah melakukan pendataan tersebut, tubuh buah diambil dengan pisau dan dibersihkan dari berbagai kotoran. Spesimen selanjutnya dimasukkan ke kotak spesimen, Jika terlalu besar dimasukkan ke plastik spesimen

Pengumpulan data di laboratorium

Sepulangnya dari lapangan, proses pendokumentasian dilakukan kembali pada badan buah dari berbagai sisi (sisi atas, sisi samping, sisi bawah, belahan tubuh buah). Pengecekan ciri morfologi juga dilakukan kembali (jenis jamur secara umum; Pileus- warna permukaan, warna permukaan *bruising*, warna konteks, tekstur permukaan, kondisi permukaan, bentuk, margin; Lamellae- Warna, tipe margin, jenis pewarnaan, penempelan lamellae dengan stipe, tipe hymenium, jumlah lamellulae, bentuk pori jika ada; Stipe- warna, warna *bruising*, warna konteks, letak penempelan tipe dengan pileus, tipe permukaan, tipe dasar; Ornamentasi- tipe volva, tipe mulus; warna jejak spora; dan aroma) dan Morfometrik (Pileus- diameter, tinggi, ketebalan konteks; Stipe- tinggi diameter atas, diameter tengah, diameter bawah; Lamellae- tinggi, panjang tabung jika ada) dari tubuh buah yang dikoleksi [8][10][11][12].

Setelah melakukan pengecekan ulang, proses selanjutnya yaitu mengumpulkan jejak spora dengan cara memotong stipe jamur jika ada dan letakkan pileus tepat di antara kertas berwarna hitam dan putih. Tetesi dengan air pada permukaan atas pileusnya dan tutup dengan gelas air mineral bekas. Tunggu 12 jam dan angkat Pileus. Jika tubuh buah berjenis koral, gada atau jeli, cukup letakkan tubuh buah di atas kertas karton berwarna hitam dan putih. Jika tubuh buah berjenis cup fungi, peletakkannya di atas kertas karton hitam putihnya berada pada posisi menelungkup. Setelah didapatkan seluruh data yang diperlukan, maka mulai mengidentifikasinya dengan bantuan buku identifikasi jamur.

Pembuatan herbarium

Proses pembuatan herbarium basah dilakukan untuk tubuh buah yang memiliki ukuran yang kecil dan rapuh serta dimungkinkan tidak dapat diamati kembali ketika kering. Cara pembuatan herbarium basah yaitu, pastikan tubuh buah jamur dalam kondisi bersih. Spesimen di awetkan dalam stoples kaca dengan larutan fixative Formalin-Acetic Acid-Alcohol dengan komposisi Etanol 50%, Formalin 37% dan Glacial Acetic Acid dengan perbandingan 18:1:1 [8]. Selanjutnya diberi label pada botol untuk menandai herbarium. Pastikan tutup stoples secara rapat dan disegel (kedap udara).

Pembuatan herbarium kering dilakukan pada spesimen yang memiliki tubuh buah yang keras, mengayu dan kering. Cara pembuatan herbarium tersebut yaitu, pastikan tubuh buah jamur dalam kondisi bersih. Kering-anginkan tubuh buah dengan cara di oven dengan tutup terbuka di suhu udara tidak lebih dari 42°C. Selanjutnya masukkan ke dalam tempat kedap udara yang berisi silika gel kering dan diberi label untuk menandai herbarium [10][13].

Hasil

Penelitian telah dilakukan di lima area (Area Cagar Alam Kamojang Barat jalur 1 pada koordinat 7°9'14,01"LS - 7°9'52,82"LS dan 107°46'15,20"BT - 107°45'13,91"BT, Area Cagar Alam Kamojang Barat jalur 2 pada koordinat 7°9'4,18"LS - 7°9'30,01"LS dan 107°46'50,82"BT - 107°46'23,79"BT, Area Cagar Alam Kamojang Timur Jalur Hutan Gede pada koordinat 7°9'12,12"LS - 7°9'30,68"LS dan 107°49'49,10"BT - 107°49'23,77"BT, Area Taman Wisata Alam Kamojang Jalur Hutan Hotel pada koordinat 7°9'1,39"LS - 7°9'34,03"LS dan 107°48'10,07"BT - 107°47'42,25"BT, dan Area Taman Wisata Alam Kamojang Jalur Hutan Kawah pada koordinat 7°8'16,51"S - 7°8'31,80"LS dan 107°48'17,38"BT - 107°48'4,03"BT) pada Cagar Alam dan Taman Wisata Alam Kamojang Kabupaten Bandung-Garut Jawa Barat dengan panjang transek 24,49 Km ditemukan 48 spesies jamur kayu makroskopis dan 1 spesies yang belum teridentifikasi (Fam. Helotiaceae) yang terklasifikasi dalam 31 *genus* dan 9 *form group*.

Tabel 1 Data Keragaman Grup Jamur Kayu Makroskopis di Cagar Alam dan Taman Wisata Alam Kamojang Kabupaten Bandung – Garut, Jawa Barat pada Mei – Agustus 2015

Kinship Groups						Form Groups
Phylum	Class	Order	Family	Genus	Species	
Ascomycota	Leotiomycete	Helotiales	Helotiaceae	-	-	Flask Fungi
				Bisporella	Bisporella sp.	Cup fungi
				Chlorociboria	Chlorociboria aeruginosa	Cup fungi
	Pezizomycetes	Pezizales	Pyronemataceae	Scutellinia	Scutellinia sp.	Cup fungi
	Sordariomycetes	Xylariales	Xylariaceae	Xylaria	Xylaria longipes	Flask Fungi
					Xylaria sp. ^[1]	Flask Fungi
					Xylaria sp. ^[2]	Flask Fungi
Basidiomycota	Agaricomycetes	Agaricales	Agaricaceae	Coprinus	Coprinus sp.	Agaric Fungi
				Lepiota	Lepiota sp.	Agaric Fungi
			Bolbitiaceae	Bolbitius	Bolbitius sp.	Agaric Fungi
			Crepidotaceae	Crepidotus	Crepidotus sp.	Agaric Fungi
			Fistulinaceae	Fistulina	Fistulina hepatica	Cyphelloid Fungi
			Marasmiaceae	Campanella	Campanella sp.	Agaric Fungi
				Marasmiellus	Marasmiellus sp. ^[1]	Agaric Fungi
					Marasmiellus sp. ^[2]	Agaric Fungi
					Marasmiellus sp. ^[3]	Agaric Fungi
					Marasmiellus sp. ^[4]	Agaric Fungi
				Marasmius	Marasmius sp. ^[1]	Agaric Fungi
					Marasmius sp. ^[2]	Agaric Fungi
					Marasmius sp. ^[3]	Agaric Fungi
			Mycenaceae	Mycena	Mycena filopes	Agaric Fungi
					Mycena manipularis	Agaric Fungi
					Mycena semivestipes	Agaric Fungi
					Mycena sp.	Agaric Fungi
Physalacriaceae	Armillaria	Armillaria sp.	Agaric Fungi			

		<i>Oudemansiella</i>	<i>Oudemansiella</i> sp.	Agaric Fungi
	Pleurotaceae	<i>Pleurotus</i>	<i>Pleurotus</i> sp.	Agaric Fungi
	Pluteaceae	<i>Pluteus</i>	<i>Pluteus thomsonii</i>	Agaric Fungi
	Schizophyllaceae	<i>Schizophyllum</i>	<i>Schizophyllum commune</i>	Cyphelloid Fungi
	Strophariaceae	<i>Gymnopilus</i>	<i>Gymnopilus</i> sp.	Agaric Fungi
Auriculariales	Auriculariaceae	<i>Auricularia</i>	<i>Auricularia</i> sp.	Jelly Fungi
Hymenochaetales	Hymenochaetaceae	<i>Phellinus</i>	<i>Phellinus</i> sp.	Polypore Fungi
Polyporales	Fomitopsidaceae	<i>Postia</i>	<i>Postia</i> sp.	Polypore Fungi
			<i>Ganoderma</i> sp. ^[1]	Polypore Fungi
	Ganodermataceae	<i>Ganoderma</i>	<i>Ganoderma</i> sp. ^[2]	Polypore Fungi
	Meruliaceae	<i>Phlebia</i>	<i>Phlebia</i> sp.	Corticoid Fungi
			<i>Steccherinum</i>	Teeth fungi
	Polyporaceae	<i>Cerrena</i>	<i>Cerrena</i> sp. ^[1]	Polypore Fungi
			<i>Cerrena</i> sp. ^[2]	Polypore Fungi
		<i>Lentinus</i>	<i>Lentinus</i> sp.	Agaric Fungi
			<i>Microporus</i>	<i>Microporus xanthopus</i>
			<i>Polyporus</i>	<i>Polyporus badius</i>
				<i>Polyporus meridionalis</i>
				<i>Polyporus tenuiculus</i>
				<i>Polyporus udus</i>
		<i>Tyromyces</i>	<i>Tyromyces</i> sp.	Polypore Fungi
Russulales	Stereaceae	<i>Stereum</i>	<i>Stereum gausapatum</i>	Steroid Fungi
			<i>Stereum ostrea</i>	Steroid Fungi
			<i>Stereum rameale</i>	Steroid Fungi

Tabel 2. Data Kehadiran Jamur Kayu Makroskopis di Cagar Alam dan Taman Wisata Alam Kamojang Kabupaten Bandung – Garut, Jawa Barat pada Mei – Agustus 2015

No.	Spesies	Kehadiran ¹					Frekuensi Kehadiran ²
		CA Barat 1	CA Barat 2	TWA Hutan Hotel	TWA Hutan Kawah	CA Timur Hutan Gede	
1	Fam. Helotiaceae	×	×	✓	×	×	0.2
2	<i>Armillaria</i> sp.	×	✓	✓	×	✓	0.6
3	<i>Auricularia</i> sp.	✓	✓	✓	×	✓	0.8
4	<i>Bisporella</i> sp.	×	×	✓	×	×	0.2
5	<i>Bolbitius</i> sp.	×	×	×	✓	×	0.2
6	<i>Campanella</i> sp.	×	×	×	✓	×	0.2
7	<i>Cerrena</i> sp. ^[1]	×	×	✓	×	×	0.2
8	<i>Cerrena</i> sp. ^[2]	×	×	✓	×	×	0.2
9	<i>Chlorociboria aeruginosa</i>	×	×	✓	×	×	0.2
10	<i>Coprinus</i> sp.	×	✓	×	×	×	0.2
11	<i>Crepidotus</i> sp.	×	×	✓	×	×	0.2
12	<i>Fistulina hepatica</i>	×	×	✓	×	×	0.2
13	<i>Ganoderma</i> sp. ^[1]	×	✓	×	×	×	0.2
14	<i>Ganoderma</i> sp. ^[2]	×	✓	✓	×	✓	0.6
15	<i>Gymnopilus</i> sp.	✓	×	×	×	×	0.2
16	<i>Lentinus</i> sp.	×	×	✓	×	✓	0.4
17	<i>Lepiota</i> sp.	×	×	×	✓	×	0.2
18	<i>Marasmiellus</i> sp. ^[1]	×	×	✓	×	×	0.2
19	<i>Marasmiellus</i> sp. ^[2]	×	×	×	×	✓	0.2
20	<i>Marasmiellus</i> sp. ^[3]	×	×	✓	×	×	0.2
21	<i>Marasmiellus</i> sp. ^[4]	×	×	✓	×	×	0.2
22	<i>Marasmius</i> sp. ^[1]	×	×	×	✓	×	0.2

(✓)= hadir pada area penelitian; (×)= Tidak hadir pada area penelitian

Frekuensi Kehadiran spesies x = $\frac{\text{jumlah lokasi ditemukannya spesies x}}{\text{jumlah keseluruhan lokasi penelitian}}$

23	<i>Marasmius</i> sp. ^[2]	×	×	×	✓	×	0.2
24	<i>Marasmius</i> sp. ^[3]	×	×	✓	×	×	0.2
25	<i>Microporus xanthopus</i>	×	×	✓	✓	✓	0.6
26	<i>Mycena filopes</i>	×	×	✓	×	×	0.2
27	<i>Mycena manipularis</i>	×	✓	✓	×	✓	0.6
28	<i>Mycena semivestipes</i>	×	×	✓	×	×	0.2
29	<i>Mycena</i> sp.	×	×	✓	×	×	0.2
30	<i>Oudemansiella</i> sp.	×	×	✓	×	×	0.2
31	<i>Phellinus</i> sp.	×	×	✓	×	×	0.2
32	<i>Phlebia</i> sp.	×	×	✓	×	×	0.2
33	<i>Pleurotus</i> sp.	×	×	×	×	✓	0.2
34	<i>Pluteus thomsonii</i>	×	×	×	✓	×	0.2
35	<i>Polyporus badius</i>	×	×	✓	×	×	0.2
36	<i>Polyporus meridionalis</i>	×	×	✓	×	✓	0.4
37	<i>Polyporus tenuiculus</i>	×	✓	✓	×	✓	0.6
38	<i>Polyporus udus</i>	×	×	×	×	✓	0.2
39	<i>Postia</i> sp.	×	×	×	×	✓	0.2
40	<i>Schizophyllum commune</i>	×	×	✓	×	×	0.2
41	<i>Scutellinia</i> sp.	×	×	✓	×	×	0.2
42	<i>Steccherinum</i> sp.	×	×	✓	×	×	0.2
43	<i>Stereum gausapatum</i>	×	×	✓	×	×	0.2
44	<i>Stereum ostrea</i>	×	×	✓	×	×	0.2
45	<i>Stereum rameale</i>	×	✓	×	×	×	0.2
46	<i>Tyromyces</i> sp.	×	×	×	×	✓	0.2
47	<i>Xylaria longipes</i>	×	×	×	✓	×	0.2
48	<i>Xylaria</i> sp. ^[1]	×	×	×	✓	×	0.2
49	<i>Xylaria</i> sp. ^[2]	×	×	×	✓	×	0.2
Jumlah Spesies		2	8	31	10	13	

(✓)= hadir pada area penelitian; (×)= Tidak hadir pada area penelitian

Frekuensi Kehadiran spesies $x = \frac{\text{jumlah lokasi ditemukannya spesies } x}{\text{jumlah keseluruhan lokasi penelitian}}$

Pembahasan

Cagar Alam dan Taman Wisata Alam Kamojang merupakan salah satu area konservasi yang ada di Jawa Barat. Area ini cocok dijadikan sebagai lokasi penelitian keragaman jamur karena areanya yang berjenis hutan tanaman keras heterogen dengan penutupan kanopi yang cukup rapat. Penelitian ini dilakukan di 5 area dalam Cagar Alam dan Taman Wisata Alam Kamojang, 2 jalur pada Cagar Alam Kamojang Barat, 1 Jalur pada Cagar Alam Kamojang Timur dan 2 Jalur pada Taman Wisata Alam Kamojang.

Berdasarkan Tabel 2, Taman Wisata Alam Hutan Hotel merupakan lokasi yang memiliki keragaman jamur kayu makroskopis tertinggi yaitu 31 spesies. Hal ini disebabkan area tersebut memiliki 2 badan air berupa sungai yang terus mengalir sepanjang tahun. Kondisi keberadaan badan air ini memberikan kelembaban yang dibutuhkan oleh jamur terutama jamur makroskopis yang tumbuh pada kayu [14]. Sedangkan pada Cagar Alam Barat 1 hanya ditemukan 2 spesies. Keadaan ini disebabkan karena area penelitian tersebut tidak memiliki badan air, sehingga kelembaban pada area tersebut sangat rendah. Ditambah lagi dengan adanya kebakaran hutan dekat area penelitian tersebut yang mengakibatkan suhu di sekitarnya menjadi tinggi. Selain itu, jalur ini juga merupakan jalur trek motor yang digunakan masyarakat untuk mencapai Danau Ciharus. Diduga asap pembakaran dari kendaraan motor ini mencegah pertumbuhan dari badan buah jamur di sekitarnya [15].

Berdasarkan Tabel 1, ke-49 *Species* jamur kayu makroskopis yang ditemukan dari 5 area penelitian di Cagar Alam dan Taman Wisata Alam Kamojang (yaitu *Armillaria* sp., *Auricularia* sp., *Bisporella* sp., *Bolbitius* sp., *Campanella* sp., *Cerrena* sp.^[1], *Cerrena* sp.^[2], *Chlorociboria aeruginosa*, *Coprinus* sp., *Crepidotus* sp., Fam. Helotiaceae, *Fistulina hepatica*, *Ganoderma* sp.^[1], *Ganoderma* sp.^[2], *Gymnopilus* sp., *Lentinus* sp., *Lepiota* sp., *Marasmiellus* sp.^[1], *Marasmiellus* sp.^[2], *Marasmiellus* sp.^[3], *Marasmiellus* sp.^[4], *Marasmius* sp.^[1], *Marasmius* sp.^[2], *Marasmius* sp.^[3], *Microporus xanthopus*, *Mycena filipes*, *Mycena manipularis*, *Mycena semivestipes*, *Mycena* sp., *Oudemansiella* sp., *Phellinus* sp., *Phlebia* sp., *Pleurotus* sp., *Pluteus thomsonii*, *Polyporus badius*, *Polyporus meridionalis*, *Polyporus tenuiculus*, *Polyporus udus*, *Postia* sp., *Schizophyllum commune*, *Scutellinia* sp., *Steccherinum* sp., *Stereum gausapatum*, *Stereum ostrea*, *Stereum rameale*, *Tyromyces* sp., *Xylaria longipes*, *Xylaria* sp.^[1], dan *Xylaria* sp.^[2]) terklasifikasikan ke dalam 2 *Phylum*, 4 *Class*, 8 *Order*, 21 *Family*, 31 *Genus*, dan 9 *Form Group*. *Phylum* Basidiomycota merupakan *phylum* yang paling dominan ditemukan dibandingkan dengan *Phylum* Ascomycota. Hal ini terjadi karena Ascomycota membutuhkan kelembaban yang tinggi serta temperatur yang rendah untuk membentuk tubuh buah. Sedangkan kondisi fisik dari lokasi penelitian memiliki suhu yang hangat. Beberapa jenis dari *Phylum* Ascomycota dapat ditemukan hingga area Antartika di mana temperaturnya rendah [16]. *Class* Agaricomycetes menempati urutan pertama terbanyak dari pada ketiga *class* lainnya. Hal ini dikarenakan *Class* Agaricomycetes memiliki anggota yang kebanyakan bersifat terestrial yang fungsinya kebanyakan sebagai pembusuk terutama pada substrat kayu [17].

Dilihat dari frekuensi kehadirannya, *Auricularia* sp.-lah yang tertinggi yaitu 0.8. Spesies ini ditemukan di Area Taman Wisata Alam Hutan Hotel, Area Cagar Alam Timur Hutan Gede, Area Cagar Alam Barat 1, dan Area Cagar Alam Barat 2. Berdasarkan pernyataan dari warga sekitar, jenis *Auricularia* sp. ini atau disebut juga lembar memiliki ketahanan yang cukup baik dalam menghadapi cuaca. Baik musim kemarau maupun musim hujan spesies ini tidak cepat busuk dan tidak ada serangga yang akan memakan spesies ini. Jenis ini juga merupakan jenis yang memang sering dicari oleh para pemburu jamur untuk dijual ke pasar dan restoran sekitar kamojang. *Auricularia* sp. (Jelly fungi) disebut juga sebagai Lember oleh masyarakat sekitar memiliki pileus berwarna permukaan putih kecokelatan hingga merah kehitaman; warna konteks putih kecokelatan hingga merah kehitaman; diameter 9-98 mm; ketebalan konteks 2-4 mm; tekstur permukaan velvety; dan kondisi permukaan kering. Jenis hymenium dari spesies ini halus ketika masih muda dan akan menjadi veined ketika tua. Penempelan stipe dengan pileus sessile; dan tipe penempelan dengan substrat inserted. Jejak sporanya berwarna putih ke krem muda. Tes kimia KOH menunjukkan hasil negatif. Tumbuh pada jenis substrat kayu dengan kondisi lembab dan keras hingga lapuk; Ketinggian 1423-1788 mdpl.; kelembaban udara 43-

90%; intensitas cahaya 92-1584 Lx; dan temperatur udara 14-25°C. Selain digunakan sebagai bahan pangan oleh masyarakat sekitar area kamojang, *Auricularia* ini juga digunakan sebagai obat penurun panas dalam dengan cara memakannya secara mentah.

Penelitian ini merupakan penelitian pertama yang dilakukan di Cagar Alam dan Taman Wisata Alam Kamojang mengenai inventarisasi jamur. Dilihat dari hasil yang didapatkan dari penelitian ini dimungkinkan masih banyak spesies yang belum terinventarisasi. Sehingga disarankan dilakukan inventarisasi lebih lanjut pada lokasi dan waktu yang lain di sekitar Cagar Alam dan Taman Wisata Alam Kamojang. Langkah selanjutnya dari hasil penelitian ini yaitu mengkonservasi spesies jamur yang berhasil diinventarisasi sehingga dapat dicari manfaatnya.

Daftar Pustaka

- [1] WWF, 2005, 10 Negara dengan Hutan Terbesar. <http://www.wwf.or.id/>. Diakses 1 April 2015.
- [2] BKSDA. 2014. CA Kamojang. http://www.garutkab.go.id/pub/static_menu/detail/sda_lingkungan_hidup. Diakses 4 Mei 2015.
- [3] Hadi, A. 2013. Pengertian dan Klasifikasi Fungi (Jamur). <http://softilmu.blogspot.com/2013/12/pengertian-kingdom-fungi-jamur.html>. Diakses 5 Mei 2015.
- [4] Gandjar, I., O Ariyanti dan S Wellyzar. 2006, *Mikologi Dasar dan Terapan*. Yayasan Obor Indonesia, Jakarta.
- [5] Kodra, H. S. A. dan H. R. Syaukani. 2004. *Bumi makin panas, banjir makin luas : menyibak tragedi kehancuran hutan*. Nuansa, Bandung.
- [6] Tampubolon, S. D. B. M., B. Utomo, Yunasfi. 2011. *Keanekaragaman Jamur Makroskopis di Hutan Pendidikan Universitas Sumatera Utara Desa Tongkoh Kabupaten Karo Sumatera Utara*. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- [7] Mueller, G. M., D. J. Lodge, dan T. E. O'Dell. 2004 dalam Foster M. S. 2004 *Biodiversity of Fungi, Inventoring and Monitoring Methods*. Elsevier Academic Press. USA.
- [8] Foster, M. S. 2004. *Biodiversity of Fungi, Inventoring and Monitoring Methods*. Elsevier Academic Press. USA.
- [9] Rugayah, Elizabeth A., Widjaja, dan Praptiwi. 2004. *Pedoman Pengumpulan Data Keanekaragaman Flora*. Puslit Biologi LIPI, Jakarta.
- [10] Arora, D. 1986. *Mushrooms Demystified*. Ten Speed Press. California, USA.
- [11] Læssøe, T. 2013. *Mushroom, How To Identify and Gather Wild Mushroom and Other Fungi*. DK Publishing. New York.
- [12] Largent, D. L. 1986. *How to Identify Mushroom to Genus I, Macroscopic Features*. Mad River Press. CA.
- [13] Drábková, L. Z. 2014. *DNA Extraction from Herbarium Specimens*. Dalam: Besse, P. (ed.), *Molecular Plant Taxonomy: Methods and Protocols, Methods in Molecular Biology*, Springer. New York. 1115: 69-84.
- [14] Bonner, J. T., K. K. Kane, dan R. H. Lively. 1956. Studies on the Mechanics of Growth in the Common Mushroom, *Agaricus campestris*. *Mycologia*. 48 (1):13-19.
- [15] Sher, H., M. Al-Yemeni, A. H. A. Bahkali, dan H. Sher. 2010. Effect of environmental factors on the yield of selected mushroom species growing in two different agro ecological zones of Pakistan. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 17 (4):321-326.
- [16] Olech, M. dan P. Czarnota. 2009. Two net *Bacidia* (Ramalinaceae, lichenized Ascomycota) from Antarctica. *Pol. Polar Res.* 30 (4): 339-346.
- [17] Hibbett, D. S., M. Binder, J. F. Bischoff, M. Blackwell, P. F. Cannon, O. E. Eriksson, S. Huhndorf, T. James, P. M. Kirk, R. Lücking, H. T. Lumbsch, F. Lutzoni, P. B. Mathenia, D. J. McLaughlin, M. J. Powell, S. Redhead, C. L. Schoch, J. W. Spatafora, J. A. Stalpers, R. Vilgalys, M. C. Aime, A. Aptroot, R. Bauer, D. Begerow, G. L. Benny, L. A. Castlebury, P. W. Crous, Y. Dair, W. Gams, dan D. M. Geiser. 2007. A higher level phylogenetic classification of the Fungi. *Mycological Research*. 111 (5): 509.



Keterangan gambar: Jalur Penelitian Cagar Alam dan Taman Wisata Alam Kamojang; *Auricularia* sp. (Jelly Fungi); *Armillaria* sp. (Agaric Fungi); *Fistulina hepatica* (Cyphelloid Fungi); *Xylaria longipes* (Flask Fungi); *Steccherinum* sp. (Teeth Fungi); *Phlebia* sp. (Corticoid Fungi); *Stereum ostrea* (Steroid Fungi); *Polyporus meridionalis* (Polypore Fungi).

MK-1

Aktivitas α -Amilase dan Identifikasi dari Bakteri B7 Sebagai Starter untuk Membuat Tepung Fermentasi Jewawut (*Setaria Italica* L.)

Yati Sudaryati Soeka¹, Rini Handayani¹ dan Sulistiani¹

¹*Bidang Mikrobiologi, Puslit Biologi- LIPI. Jl. Raya Bogor Km 46, Cibinong 16911.
Telp. 021-8765066, Fax. 021-8765062.
ceuceu_lipi@yahoo.com*

Abstrak. Jewawut (*Setaria italica* L.) merupakan tumbuhan biji-bijian (serealia) tropika dari suku padi-padian (*Poaceae*). Kandungan pati jewawut cukup tinggi, sehingga memiliki potensi untuk dijadikan bahan baku pembuatan tepung. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kemampuan aktivitas enzim α -amilase dari bakteri B7 yang diisolasi dari terasi Samarinda sebagai starter untuk pembuatan tepung fermentasi Jewawut (*Setaria italica* L.). Isolat yang dapat menghasilkan enzim α -amilase, ditandai dengan zona bening di sekitar koloni pada medium mengandung 1% pati terlarut setelah beberapa saat dimasukkan di dalam lemari pendingin. Beberapa perlakuan telah dilakukan untuk menguji pengaruh masa inkubasi, suhu, pH, konsentrasi substrat pati terlarut dan berbagai ion logam terhadap aktivitas enzim α -amilase dengan substrat tepung jewawut 1% diukur dengan spektrofotometer pada λ 540 nm. Identifikasi bakteri B7 dengan menggunakan Wizard Genomic DNA Purification Kit (Promega). Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas optimum α -amilase dari isolat B7 yang diinkubasi selama tujuh hari sebesar 18,3 U/mL, pada pH 7, suhu 60°C dan dengan konsentrasi pati terlarut 2% masing-masing sebesar 16,30 U/mL, 15,63 U/mL dan 16,38 U/mL. Pengaruh ion logam dalam bentuk kation divalen dan monovalen pada konsentrasi 1mM diaktifkan oleh ion Ca^{2+} dan ion Cu^{2+} sedangkan ion Co^{2+} , Mg^{2+} , Zn^{2+} dan Na^{+} menurunkan aktivitas enzim (inhibitor). Identifikasi isolat B7 menggunakan metode molekuler menunjukkan bahwa urutan parsial 16S rDNA dan primer 9F & 1510R adalah merujuk kepada spesies *Bacillus amyloliquefaciens*.

Kata kunci: enzim α -amilase, terasi Samarinda, Jewawut (*Setaria italica* L.), *Bacillus amyloliquefaciens* B7

Abstract. Foxtail millet (*Setaria italica* L.) is a plant kind grains (cereals) from parts of tropical cereals (*Poaceae*). Foxtail millet starch content is quite high, so it has the potential to be used as raw material for making flour. The purpose of this study to determine the ability of B7 bacteria isolated from Samarinda shrimp as a starter for the manufacture of fermented flour foxtail millet (*Setaria italica* L.). Strains that can produce the enzyme α -amylase, characterized by a clear zone around the colony on a medium containing 1% starch dissolved after stored for some time in the refrigerator. Some treatments had been conducted to examine influences of time of incubation, substrate concentration temperature for incubation, pH of media, and addition of metal ions with a substrate millet flour 1%. Identification of strain B7 was carried out by using Wizard Genomic DNA Purification Kit (Promega). The result showed that optimum

activity of α -amylase from strain B7 after incubation for six days was 18.93 U/mL, at pH 7, at 60°C and a concentration of soluble starch 2% respectively by 16.30 U/mL and 15.63 U/mL and 16.38 U/mL. Effect of metal ions in the form of divalent and monovalent cations at a concentration of 1 mM could be activated by ion Ca^{2+} and Cu^{2+} while the ion Co^{2+} , Mg^{2+} , Zn^{2+} and Na^{+} decreases the activity of the enzyme. Identification of the strain B7 using molecular methods, demonstrated that the partial sequences of 16S rDNA and primer 9F & 1510R referred to species *Bacillus amyloliquefaciens*.

Keywords: α -amylase enzyme, paste Samarinda, Foxtail millet (*Setaria italica* L.), *Bacillus amyloliquefaciens* B7

Pendahuluan

Indonesia harus segera menghentikan kebergantungan pada impor gandum karena berpotensi membahayakan kedaulatan pangan nasional. Pemerintah harus mengembangkan potensi komoditi yang tersedia di dalam negeri. Kebergantungan pada impor gandum, selain mematikan sektor pertanian, juga menguras devisa negara. Apalagi, harga gandum dunia terus melonjak akibat penurunan pasokan gandum dari negara-negara produsen [1].

Kebutuhan pangan rakyat Indonesia terhadap produk pangan olahan berbasis gandum masih sangat tinggi, padahal tanaman gandum tidak dibudidayakan di Indonesia karena gandum merupakan tanaman subtropis. Salah satu solusinya dapat dilakukan melalui penyediaan alternatif sumber pangan umbi-umbian dan bijian (sereal) lain yang memiliki sifat fisiko-kimia (*functional properties*) mendekati gandum [2][3].

Di Indonesia diantara keanekaragaman sumberdaya lokal yang berpotensi dan sudah dikenal di sebagian masyarakat adalah jewawut.

Tanaman Jewawut (*Setaria italica* L. Beauv) di dunia internasional dikenal sebagai *foxtail millet* merupakan tanaman yang mulai mendapat perhatian sebagai tanaman pangan alternatif, terutama karena kemampuan tumbuhnya yang sangat baik di daerah-daerah kering.

Saat ini, jewawut dapat ditemukan di setiap wilayah di dunia karena semakin banyak Negara yang berusaha memanfaatkan lahan kering mereka dengan menanam jewawut [4]. Jewawut banyak ditanam di seluruh China, India, Rusia, Afrika, dan Amerika Serikat [5] [6]. Jewawut sangat menakjubkan kandungan gizinya memiliki rasa pedas manis, dan nilai gizi protein dan mineral sedikit lebih tinggi dibanding dari sereal lain [7].

Sebagian besar butir millet tidak mengandung gluten [8]. Jewawut adalah biji-bijian pokok di banyak negara Asia dan Afrika dan merupakan makanan alternatif dari beras. Pada jewawut kandungan nutrisi terutama karbohidrat untuk pangan tidak jauh berbeda dengan beras maupun jagung bahkan lebih tinggi dibanding gandum (Publikasi USU, 2013 di dalam [9]). Biji jewawut terdiri dari perikarp, endosperma dan embrio. Kandungan mineral sangat tinggi seperti besi, magnesium, fosfor dan kalium. Kandungan gizi dari jewawut tiga sampai lima kali lebih baik dari beras dan gandum [10].

Menurut penelitian [11] fermentasi tepung jewawut (*Setaria Italica*) dengan *Lactobacillus paracasei* Fn032 dapat mengubah atau memperbaiki sifat fisikokimia dari kandungan protein, pati, menambah nilai gizi dan dapat mengakibatkan sifat pati tepung yang memiliki daya cerna lambat (SDS) dan bersifat pati resisten (RS).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh karakter enzim yang dihasilkan bakteri melalui modifikasi substrat selaku sumber karbon untuk memperoleh starter pada pembuatan tepung jewawut secara fermentasi yang optimal dan berkualitas.

Bahan dan Cara Kerja

Persiapan Isolat

Isolat-isolat yang digunakan dalam penelitian ini adalah khamir *Saccharomyces cerevisiae* mutan, *Saccharomyces cerevisiae* 1 dan *Saccharomyces cerevisiae* 2 diisolasi dari ragi tape beras ketan, O1 diisolasi dari ragi tapesingkong, A4 dan B7 diisolasi dari terasi beras dari

Samarinda, Kalimantan Timur. Isolat isolat bakteri ditumbuhkan dan dipelihara pada media nutrisi agar (NA) dengan komposisi : *beef* ekstrak 3 g, pepton 5 g, bacto agar 20 g. Khamir ditumbuhkan dan dipelihara pada media YMA (*Yeast Malt Agar*) dengan komposisi : ekstrak khamir 3 g, *malt* ekstrak 3 g, pepton 5 g, glukosa 10 g, bacto agar 20 g. Masing-masing dilarutkan dalam satu liter akuades. Campuran tersebut masing-masing dipanaskan sampai larut sempurna. Media kemudian disteril menggunakan autoklaf dengan suhu 121°C, tekanan 1 atmosfer selama 15 menit. Kemudian dituang ke dalam cawan petri masing-masing 15-20 mL, dinginkan. Setelah dingin diinokulasi dengan mikrobia dan diinkubasi pada suhu 37°C dalam inkubator selama tiga hari.

Media selektif α -amilase

Media yang digunakan untuk memproduksi enzim amilase digunakan adalah YPSs (*Yeast Pepton Starch soluble*) cair dan padat dengan komposisi: 0,2% ekstrak khamir, 0,5% pepton, 0,3 % KH_2PO_4 , 0,05% $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$, 0,01% $\text{CaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$, 2% agar dan 2% pati terlarut sebagai sumber karbon [12]. Pengujian aktivitas amilase secara kualitatif dilakukan dengan cara menumbuhkan isolat-isolat pada permukaan media agar YPSs. Satu ujung ose dari biakan yang berumur tiga hari ditumbuhkan pada permukaan media agar YPSs, kemudian diinkubasi pada suhu 37 °C di dalam inkubator selama dua hari. Aktivitas ditandai dengan munculnya zona bening di sekitar koloni setelah media disimpan beberapa saat di dalam lemari pendingin [13].

Persiapan tepung jewawut (*Setaria Italica*)

Jewawut yang sudah kering dibersihkan dari kotoran, disosohdipisahkan antara kulit dan daging (endosperma). Kemudian endosperma jewawut digiling halus untuk dijadikan tepung.

Pembuatan media produksi starter jewawut

Media dengan komposisi 2% jewawut, 1% ekstrak yeast, 2% pepton, dilarutkan semua bahan tersebut ke dalam 250 mL akuades di dalam labu Erlenmeyer 500 mL kemudian dikocok supaya semua bahan tercampur. Selanjutnya sterilisasi dengan cara ditutup rapat menggunakan sumbat kapas mulut labu menggunakan *autoclave* pada suhu 121°C 1 atmosfer selama 15 menit. Setelah dingin diinokulasi dengan bakteri hasil seleksi secara kualitatif yang mempunyai zona bening dan yang telah diidentifikasi. Selanjutnya digoyang di atas *shaker* inkubator dengan kecepatan 110 rpm, suhu 37 °C selama 8 hari. Setiap hari pengambilan sampel untuk pengukuran kekeruhan (*Optical Density*) dengan spektrofotometer pada $\lambda 600 \text{ nm}$ dan untuk pengukuran aktivitas enzim, kultur sebelum dianalisa disentrifugasi dengan kecepatan 3500 *rpm* pada suhu 4°C selama 10 menit untuk memisahkan larutan enzim (supernatan) dari partikel-partikel substrat dan sel. Supernatan yang diperoleh disimpan dalam *freezer* (-10°C) untuk selanjutnya diukur aktivitas α -amilase dengan spektrofotometer pada $\lambda 540 \text{ nm}$.

Pengujian aktifitas α -amilase secara kuantitatif.

Sebanyak 0,5 ml larutan enzim ditambahkan ke dalam 0,5 ml substrat 2 % pati terlarut dalam 0,05 M larutan bufer asetat pH 7, kemudian diinkubasikan pada suhu 40°C selama 10 menit. Produk yang terbentuk berupa gula reduksi (glukosa) diukur dengan metoda Bernfeld [14] menggunakan asam 3,5 dinitrosalisilat (DNS) (DNS, yang terdiri dari 1 g 3,5, asam dinitrosalisilik, 20 ml NaOH 2 N dan 30 g sodium potasium tartrat dalam 100 ml larutan). Untuk mengetahui konsentrasi gula reduksi tertentu, digunakan larutan standar glukosa [15]. Satu unit aktivitas α -amilase menunjukkan banyaknya enzim yang dapat menghasilkan gula reduksi sebanyak 1 μmol per menit per ml larutan enzim pada kondisi pengujian yang dilakukan. Pengujian dilakukan 2 kali ulangan.

Karakterisasi enzim α -amilase.

Pengaruh waktu inkubasi, suhu, pH, konsentrasi substrat pati terlarut, penambahan ion logam.

Untuk mengetahui pengaruh waktu inkubasi terhadap aktivitas enzim α -amilase, dilakukan pengamatan dan pengujian selama satu sampai dengan delapan hari inkubasi. Setiap hari diukur kekeruhan (*optical density*, OD) pada media produksi dengan spektrofotometer pada λ 600 nm, pH media produksi. Pengaruh suhu dengan suhu 37, 45, 50, 60, 70, 80 dan 90°C dengan waktu inkubasi optimum. Pengaruh pH pada pH 4,5; 5,5 dengan bufer asetat 0,05 M dan pH 6,5; 7; 7,5 dengan bufer fosfat 0,05 M dengan dengan waktu inkubasi dan suhu optimum. Pengaruh konsentrasi substrat pati terlarut pada 0,5%, 0,75%, 1%, 1,25%, 1,5%, 1,75%, 2% dengan waktu inkubasi, suhu dan pH optimum. Pengaruh penambahan ion logam Ca^{2+} , Cu^{2+} , Co^{2+} , Mg^{2+} , Zn^{2+} dan Na^+ di dalam bentuk garam dari masing-masing CaCl_2 , CuCl_2 , CoCl_2 , MgCl_2 , ZnCl_2 dan NaCl yang bersifat aktivator atau inhibitor. Pengujian dilakukan di dalam kondisi pada waktu inkubasi, suhu, pH dan konsentrasi substrat optimum.

Identifikasi isolat.

Isolat bakteri hasil seleksi diidentifikasi dengan cara melakukan sekuensing 16S rDNA menggunakan primer 9F (5'-GAGTTTGATCCTGGCTCAG-3') dan 1510R (5'-GGCTACCTTGTTACG ACTT-3'). Amplifikasi 16S rDNA dilakukan menggunakan metode PCR dengan primer universal yaitu 9F dan 1510R. Komposisi per reaksi sebesar 50 μL menggunakan primer 9F dan 1510R 10 mM masing-masing sebesar 1,25 μL , DNA template 2 μL (10-100 ng), Go Taq® master mix (Promega) sebesar 25 μL , dan *Ultra pure water DNA/RNase free* 20,5 μL . Reaksi PCR menggunakan *Thermalcycler* (Takara, Shuzo, Co. Ltd.) sebagai berikut : denaturasi 95°C selama 3 menit, dilanjutkan 30 siklus yang terdiri dari denaturasi 95°C selama 30 detik, perekatan 50°C selama 30 detik, pemanjangan 72°C selama 90 detik. Pemanjangan akhir 72°C selama 7 menit. Hasil produk PCR dipurifikasi, dilanjutkan dengan cyclesekuensing dengan *template* 9 F dan 1510R. Hasil cyclesekuensing dipurifikasi dan dilanjutkan dengan sekuensing di *Genetic analyzer* ABI 3130. Hasil sekuensing dicek, diedit dan disambungkan menggunakan program *Bioedit*. Fasta yang diperoleh di *blast* di gen Bank NCBI.

Hasil

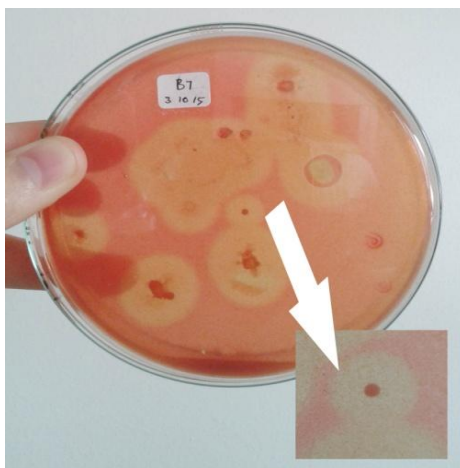
Pengujian aktivitas enzim secara kualitatif pada awal penelitian terdiri dari isolat B7, O1, *Saccharomyces cerevisiae* mutan, *Saccharomyces cerevisiae* 1, *Saccharomyces cerevisiae* 2, A4 yang tumbuh pada media padat YPSs mengandung pati terlarut. Hasil seleksi isolat bakteri menunjukkan adanya aktivitas amilolitik (Gambar 1).



Gambar 1. Zona bening *S. cerevisiae* 2, A4, O1 dan B7 pada media pati terlarut 1%

Aktivitas ditandai dengan munculnya zona bening di sekitar koloni setelah media disimpan beberapa saat di dalam lemari pendingin. Zona bening terbentuk karena aktivitas enzim α -amilase yang menghidrolisis pati terlarut, sehingga larutan pati di sekitar biakan terkonversi

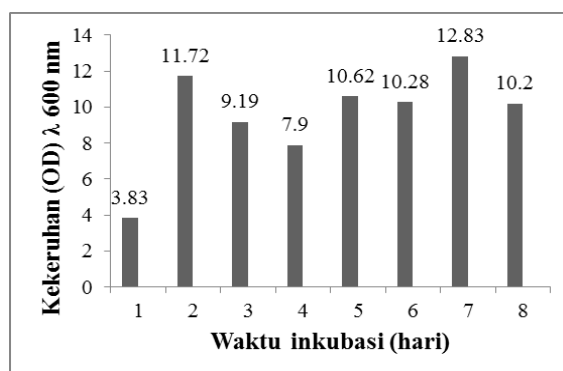
menjadi amilosa. Setiap jenis bakteri menghasilkan aktivitas α -amilase yang berbeda. Dari keenam isolat yang diseleksi dipilih isolat B7 dikarenakan isolat B7 juga dapat mendegradasi substrat karboksimetilselulosa (CMC) 1% (Gambar 2), zona bening terbentuk karena aktivitas enzim selulase yang menghidrolisis selulosa, sehingga larutan karboksimetilselulosa di sekitar biakan terkonversi menjadi selubiosa. Karena pada pembuatan tepung jewawut kulit luarnya terbawa, sulit untuk memisahkannya. Kulit luar banyak mengandung selulosa.



Gambar 2. Zona bening B7 pada media CMC

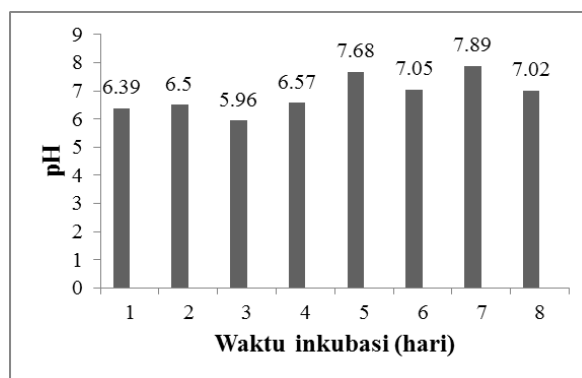
Dalam proses produksi enzim selain bahan baku sebagai media pertumbuhan mikroba dan pH, perlu diperhatikan juga mikroba yang digunakan dan faktor lingkungan. Selain itu parameter yang perlu diperhatikan adalah waktu inkubasi, aktivitas enzim terhadap pengaruh suhu dan pH, pengaruh konsentrasi substrat, serta penambahan ion logam yang bersifat aktivator.

Penelitian pertama yang dilakukan dalam pembuatan starter digunakan tepung jewawut sebagai sumber nutrisi dengan konsentrasi dua persen. Pertumbuhan bakteri B7 secara perhitungan nilai OD (*optical density*) pada Gambar 3.



Gambar 3. Pertumbuhan bakteri (OD) di dalam media produksi

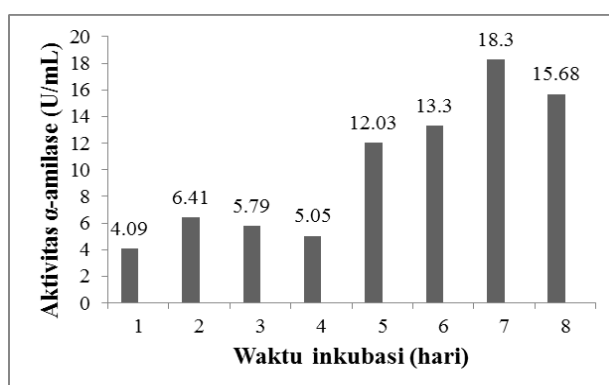
Pada penelitian ini digunakan substrat jewawut 1%, diinokulasi dengan *B. amyloliquefaciens* B7, dilakukan pada volume 150 mL dan diharapkan menghasilkan enzim ekstraseluler α -amilase dan enzim selulase. Untuk mengetahui aktivitas enzim α -amilase yang dihasilkan oleh isolat B7 maka pada penelitian ini dilakukan optimasi kerja enzim di dalam mendegradasi substrat amilum yang terdapat di dalam jewawut. Optimasi dilakukan melalui modifikasi substrat yang berbahan dasar tepung jewawut. Media produksi selama inkubasi pH media selalu diukur. Gambar 4 nilai pH antara 5,96-7,89.



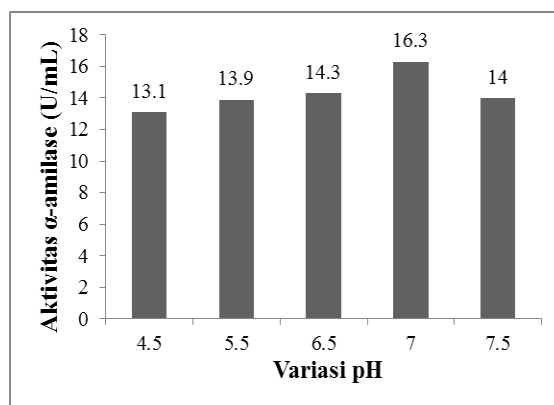
Gambar 4. pH media produksi selama inkubasi

Hasil pengujian enzim α -amilase secara kuantitatif dilakukan menggunakan ekstrak enzim kasar (*crude enzyme*) dalam merombak substrat amilum. Gambar 5 aktivitas enzim yang ditumbuhkan pada media standar selama inkubasi 8 hari mengalami fluktuasi berkisar 4,09-18,3 U/mL. Aktivitas enzim yang optimal terjadi pada inkubasi tujuh hari. Penurunan aktivitas inkubasi pada hari ke tiga dan ke empat dapat terjadi karena ada kontra induksi (inhibisi) terhadap enzim oleh beberapa komponen mono dan oligo-sakarida sebagai produk pecahan amilum akibat kerja α -amilase. Kenaikan aktivitas enzim pada inkubasi hari ke enam memiliki asumsi bahwa komponen monosakarida dimanfaatkan oleh bakteri sebagai sumber nutrisi.

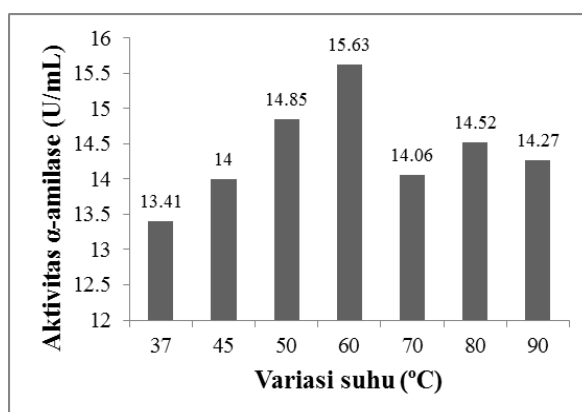
Pengaruh waktu inkubasi terhadap aktivitas enzim dilakukan pengujian selama delapan hari. Hasil pengujian menunjukkan aktivitas enzim mengalami fluktuasi berkisar antara 4,09-18,3 U/mL. Gambar 5 menunjukkan bahwa aktivitas α -amilase dari isolat B7 mempunyai nilai optimum pada waktu inkubasi berlangsung pada hari ketujuh yaitu sebesar 18,3 U/mL. Pada hari kedua terjadi kenaikan sedangkan hari ketiga dan keempat terjadi penurunan aktivitas. Pada hari kelima sampai ketujuh terjadi kenaikan dan hari kedelapan terjadi penurunan aktivitas kembali.

Gambar 5. Pengaruh waktu inkubasi terhadap aktivitas enzim α -amilase

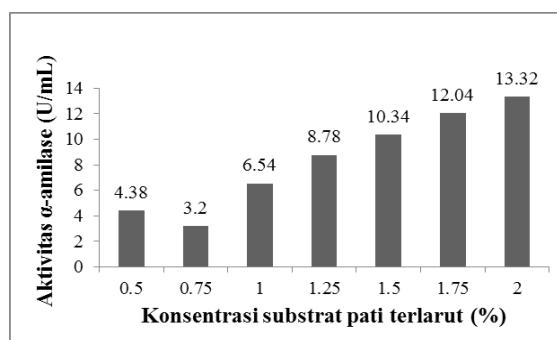
Gambar 6 menunjukkan bahwa aktivitas enzim pada pH 4,5, pH5,5 dan pH 6,5 masing-masing sebesar 13,1 U/mL, 13,9 U/mL dan 14,3 U/mL. Sedangkan aktivitas optimum enzim terjadi pada pH 7, yaitu sebesar 16,3 U/mL. Pada pH 7,5 terjadi penurunan aktivitas menjadi 14 U/mL.

Gambar 6. Pengaruh pH terhadap aktivitas enzim α -amilase

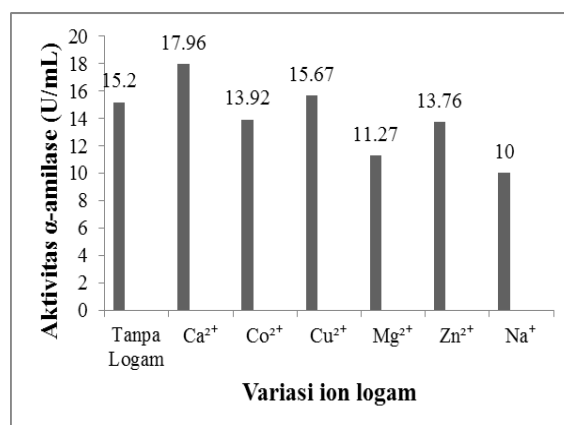
Gambar 7 aktivitas menunjukkan aktivitas enzim α -amilase pada suhu 37°C sebesar 13,41 U/mL dan pada suhu 45°C, 50°C dan 60°C terjadi peningkatan aktivitas masing-masing sebesar 14 U/mL, 14,85 U/mL dan 15,63 U/mL. Aktivitas enzim optimum pada suhu 60°C. Pada suhu 70°C terjadi penurunan kembali menjadi sebesar 14,06 U/mL, sedangkan suhu 80°C terjadi peningkatan menjadi sebesar 14,52 U/mL dan pada suhu 90°C terjadi penurunan kembali menjadi sebesar 14,27 U/mL.

Gambar 7. Pengaruh suhu terhadap aktivitas enzim α -amilase

Gambar 8 menunjukkan bahwa aktivitas enzim α -amilase pada konsentrasi substrat pati terlarut 0,5%, 0,75, 1%, 1,25%, 1,5%, 1,75% dan 2% masing-masing sebesar 4,38 U/mL, 3,2 U/mL, 6,54 U/mL dan 8,78 U/mL, 10,34 U/mL, 12,04 U/mL dan 13,32 U/mL. Aktivitas optimum pada konsentrasi 2% sebesar 13,32 U/mL.

Gambar 8. Pengaruh konsentrasi substrat pati terlarut terhadap aktivitas enzim α -amilase

Gambar 9 menunjukkan pengaruh penambahan ion logam masing-masing konsentrasi akhir 1mM. Penambahan ion logam Ca^{2+} dari garam divalen CaCl_2 dan Cu^{2+} dari garam CuCl_2 sebagai aktivator, berperan dalam menaikkan aktivitas enzim menjadi sebesar 17,96 U/mL dan 15,67 U/mL, dibandingkan tanpa penambahan ion logam sebesar 15,2 U/mL. Sedangkan ion Co^{2+} , Mg^{2+} , Zn^{2+} dan Na^+ berperan sebagai inhibitor karena dapat menurunkan aktivitas enzim masing-masing menjadi sebesar 13,92 U/mL, 11,27 U/mL, 13,76 U/mL dan 10 U/mL.



Gambar 9. Pengaruh ion logam terhadap aktivitas enzim α-amilase

Hasil analisis sekuen 16S rDNA dari isolat bakteri B7 diperoleh sekuen dengan panjang 770 BP. Sekuen 16S rDNA dari isolat bakteri B7 dibandingkan dengan sekuen yang diperoleh di database Genbank NCBI yaitu dengan BLAST algorithm. Hasil BLAST dari isolat B7 menunjukkan suatu homologi/kesamaan 99% terhadap *Bacillus amyloliquefaciens*. Bakteria; Firmicutes; Bacilli; Bacillales; Bacillaceae; Bacillus; Bacillus amyloliquefaciens (Max score 1411; Total score 1411; Query cover 100%; E value 0.0; Max ident 99%).

Pembahasan

Kendala dalam memproduksi enzim adalah bahan baku fermentasi yang masih impor. Pada umumnya, fermentasi untuk produksi enzim menggunakan sumber karbon yang masih harus impor. Sumber karbon ini dapat disubstitusi dengan menggunakan jewawut, karena dalam jewawut kandungan pati sebesar 81,52% [16].

Modifikasi jenis substrat dapat dilakukan dalam meningkatkan produk enzim supaya lebih ekonomis di dalam aplikasinya [17]. Di antara parameter fisik dan kimia, waktu inkubasi, suhu optimum, kisaran pH, sumber karbon dan nitrogen, sumber ion logam yang paling penting untuk produksi enzim oleh mikroba [18].

Bioteknologi enzim yang bersumber dari mikroorganisme secara umum banyak diminati oleh industri [19] [20]. Salah satu enzim golongan hidrolitik yang memiliki aplikasi yang luas di dalam berbagai bidang industri seperti pangan, obat-obatan, tekstil dan industri kertas dan dalam formula deterjen dan lingkungan pada saat ini adalah enzim amilase [18] [21] [22] [23]. Dalam industri pangan, enzim amilase merupakan salah satu enzim ekstraseluler komersial karena berfungsi menyediakan gula hidrolisis, sehingga dapat dimanfaatkan untuk produksi sirup glukosa atau sirup fruktosa yang mempunyai tingkat kemanisan tinggi [24] [25].

Amilase ini banyak digunakan dalam menghidrolisis molekul pati menjadi maltosa ataupun glukosa dan amilase juga berfungsi pada pembuatan roti dan makanan bayi, membuat aroma coklat pada saat pemanggangan [26] [27]. Enzim α-amilase dapat diproduksi oleh spesies yang berbeda dari mikroorganisme. Namun, α-amilase dari bakteri dari genus *Bacillus* telah mendominasi aplikasi dalam berbagai proses industri [28] [29]. Di antaranya adalah *B. subtilis*, *B. licheniformis*, *B. amyloliquefaciens* dan *B. stearothermophilus* dilaporkan menjadi lebih menonjol untuk produksi enzim α-amilase [30] [31] [32].

Aplikasi yang luas akan terus berlanjut ke masa yang akan datang. Proses industri pangan dan pertanian seperti antara lain di dalam pembuatan biskuit, fermentasi minuman beralkohol dan pembuatan sirup glukosa, tekstil, kertas, aditif pada deterjen, *brewing*, industri farmasi, industri terapi dan analisis kimia [33] [34] [35].

Untuk mempermudah dan mempercepat proses fermentasi pada produk sereal instan yang berbasis sereal dan kacang-kacangan, perlu dibuat starter dari jenis mikroba yang sesuai [36]. Fermentasi terendam (SSF) dan fermentasi padat (SMF) untuk produksi α -amilase pada skala komersial banyak dipakai karena mudah terhadap penanganannya dan kontrol lingkungan seperti faktor suhu dan pH [37].

Penambahan ion logam telah dilaporkan untuk memberikan pertumbuhan yang baik dan juga mempengaruhi tinggi rendaman enzim [38]. Sebagian besar α -amilase adalah *metalloenzymes* dan penambahan ion logam Ca^{2+} diperlukan untuk menjaga dalam aktivitas dan stabilitas enzim [39]. Hasil penelitian dari [40] menunjukkan bahwa fermentasi dengan *Bacillus amyloliquefaciens* YL bakteri yang diisolasi dari sampel tanah menggunakan media optimal dedak gandum, ekstrak biji kapas, pati, ekstrak ragi, NaCl dan CaCl_2 dapat meningkatkan produksi amilase sampai tiga kali lipat sehingga dapat dipertimbangkan untuk diaplikasikan pada skala besar. Hasil penelitian dari [39] menunjukkan bahwa bakteri *Bacillus amyloliquefaciens* KCP2 dapat menghasilkan α -amilase yang mempunyai sifat termostabil, alkalofilik dengan menggunakan substrat dedak gandum dengan penambahan pati, amonium sulfat dan kalsium klorida sehingga diharapkan dapat diaplikasikan di dalam industri makanan dan farmasi.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini didanai oleh DIPA tematik Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) 2015. Ucapan terima kasih disampaikan kepada sdri. Ninu Setianingrum yang telah membantu dalam isolasi B7 dan sdri. Hesti Siti Oktavia atas asistensinya dalam pelaksanaan penelitian di laboratorium.

Daftar Pustaka

- [1] Saragih, H. 2015. Perjuangan Petani dalam Menegakkan Kedaulatan Pangan. *Seminar Nasional "Tinjauan Akademis, Konsepsi, dan Strategi Kedaulatan Pangan"* yang dilaksanakan oleh Himpunan Mahasiswa Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor, 10 Oktober 2015.
- [2] Nurkhamidah. 2003. Variasi Fenotipik Beberapa Karakter Penting dan Hasil Pada Tanaman Hanjeli (*Coix lacryma-jobi* L.) di Arjasari Kabupaten Bandung. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran. Jatinangor.
- [3] Sabirin, B. Kusarpoko, B. Triwiyono, Y.S. Pramana, A. M. Putranto. 2012. Modifikasi Tepung Sorgum untuk Substitusi Tepung Gandum sebagai Bahan Baku Industri Pangan Olahan (Noodle dan Cookies). Insentif PKPP - Kementerian Riset dan Teknologi. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.
- [4] Nurmala, T. 2003. Prospek jewawut (*Pennisetum* spp.) sebagai pangan sereal alternatif. *Jurnal Bionatura*. 5(1) : 11-20.
- [5] Cheng, R. and Z. Dong. 2010. *Breeding and production of foxtail millet in China*. In Cereals in China. Chapter 7. Zhonghu He and Alain P.A. Bonjean, Editors. Mexico, Limagrain. CIMMYT.
- [6] Sheahan, C.M. 2014. Plant guide for foxtail millet (*Setaria italica*). USDA-Natural Resources Conservation Service, Cape May Plant Materials Center, Cape May, NJ. plants.usda.gov/plantguide/pdf/pg_seit.pdf. Diakses 5 Mei 2016.
- [7] Choudhury, M., P. Das, B. Baroova. 2011. Nutritional evaluation of popped and malted indigenous millet of Assam. *Journal of Food Science and Technology*. 48(6):706-711.
- [8] Léder, I. 2004. *Sorghum and Millets*. Cultivated Plants, Primarily As Food Sources. Department of Technology, Central Food Research Institute, Hungary. ©Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS).

- [9] Faesal. 2013. Peningkatan Peran Penelitian Tanaman Serealia menuju Pangan Mandiri. Seminar Nasional Serealia.
- [10] Dhivya, AB., S. Subashini, R. Chandrababu and J. Ramalingam. 2015. Establishment of MilletDB: TNAU Released Millet Varieties with their Morphological Traits. *International Journal of Computer Applications*. 111(14) : 24-26.
- [11] Amadou, I, M.E. Gounga, Yong-Hui Shi, Guo-Wei Le. 2014. Fermentation and heat-moisture treatment induced changes on the physicochemical properties of foxtail millet (*Setaria italica*) flour. *Journal Food and Bioproducts Processing* 92(1) : 38–45.
- [12] Mangunwardoyo, W., M. Takano and I. Shibasaki. 1982. Preservation and Utilization of a concentrated seed culture for bacterial amylase production. Annual reports of ICME, vol. 5, Osaka University, Osaka, Japan.
- [13] Naiola E. 2001. Karakterisasi Amilase dari Isolat Bakteri yang Berasal dari Bali dan Lombok. *Jurnal Biologi Indonesia*. 3(1): 32-42.
- [14] Bernfeld, O. 1995. Amylases α & β . Di Dalam: *Methods in Enzymology and Related of Biochemistry I*. SP Colowick and NO Kaplan (Editor). Academic Press, New York.
- [15] Kiran, O., U. Comlekçoglu and B. Arian. 2005. Effects of Carbon Sources and Various Chemicals on the Production of a Novel Amylase from Thermophilic *Bacillus* sp. K-12. *Turkish Journal of Biology* 29 : 99-103.
- [16] Hildayanti. 2012. Studi Pembuatan Flakes Jewawut (*Setaria Italica*). Skripsi. Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin Makassar.
- [17] Haq, I., H. Ashraf and J. Iqbal. 2003. Production of alpha amylase by *Bacillus licheniformis* using an economical medium. *Bioresource Technology*. 87(5):57-61.
- [18] Gupta, R., P. Cigras, H. Mohapatra, V.K. Goswami, B. 2003. Microbial α -amylase: a biotechnological perspective. *Process Biotechnology*. 38: 1599-1616.
- [19] Ginting J. 2009. Isolasi bakteri dan Uji Aktivitas Enzim Amilase Kasar Termofilik dari Sumber Air Panas Semangat Gunung Kabupaten Karo, Sumatera Utara [Tesis]. Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara, Medan.
- [20] Alariya SS, Sethi S, Gupta & Gupta BL. 2013. Amylase activity of a starch degrading bacteria isolated from soil. *Archives of Applied Science Research* 5(1) :15-24.
- [21] Mitidieri, S., A.H.S. Martinelli, A. Schrank, M.H. Vainstein. 2006. Enzymatic detergent formulation containing amylase from *Aspergillus niger*: a comparative study with commercial detergent formulations. *Bioresource Technology* 97(10) : 1217-1224.
- [22] Souza, P.M. and P.O. Magalhães. 2010. Application of microbial α -amylase in industry - A review. *Brazilian Journal of Microbiology*. 41(4): 850–861.
- [23] Deb, P., Talukdar, S.A., K. Mohsina, P.K. Sarker and S.M.A. Sayem. 2013. Production and partial characterization of extracellular amylase enzyme from *Bacillus amyloliquefaciens* P-001. *Springerplus*. 2:154. <http://www.springerplus.com/content/2/1/154>.
- [24] Lima, D.M., P. Fernandes, D.S. Nascimento, R.L. Cássia. F. Ribeiro and S.A. Assis. 2011. Fructose Syrup: A Biotechnology Asset. *Food Technology and Biotechnology* 49 (4) : 424–434.
- [25] Sundarram, A., T.P.K. Murthy. 2014. α -Amylase Production and Applications: A Review. *Journal of Applied & Environmental Microbiology*. 2 (4): 166-175.
- [26] Sebayang, F. 2005. Isolasi dan Pengujian aktivitas enzim α -amilase dari *Aspergillus niger* dengan menggunakan Media Campuran Onggok dan Dedak. *Jurnal Komunikasi Penelitian* 17(5) : 81-86.
- [27] Joutey, N.T. W. Bahafid, H. Sayel and N.E. Ghachtouli. 2013. *Biodegradation: Involved Microorganisms and Genetically Engineered Microorganisms* Chapter 11. <http://dx.doi.org/10.5772/56194>. Diakses 8 Mei 2016.
- [28] Gangadharan D, M.N. Kesavan, P. Ashok. 2011. α -Amylase Production by *Bacillus amyloliquefaciens* Using Agro Wastes as Feed Stock. *Food Technology and Biotechnology*. 49(3) : 336–340.

- [29] Saha, K., S. Maity, S. Roy, K. Pahan, R. Pathak, S. Majumdar, and S. Gupta 2014. Optimization of Amylase Production from *B. amyloliquefaciens* (MTCC 1270) Using Solid State Fermentation. *International Journal of Microbiology*. Volume 2014, Article ID 764046, 7 pages.
- [30] Aiyer, P.V. 2005. Amylases and their applications. *African Journal Biotechnology*. 4(13):1525-1529.
- [31] Sivaramakrishnan, S., D. Gangadharan, K.M. Nampoothiri, C.R. Soccol, A. Pandey. 2006. α -Amylases from microbial sources-an overview on recent developments. *Food Technology and Biotechnology*. 44(2):173-184.
- [32] Akcan, N. 2011. High Level Production of Extracellular α -Amylase from *Bacillus licheniformis* ATCC 12759 in Submerged Fermentation. *Romanian Biotechnological Letters*. 16(6): 6833-6840.
- [33] Pandey A, P. Nigam, C.R. Soccol, V.T. Soccol, D. Singh and R. Mohan. 2000. Advances in microbial amylases. *Biotechnology Applied Biochemistry*. 31:135-152.
- [34] Whitehurst RJ and Oort M. 2010. . *A Broader View: Microbial Enzymes and Their Relevance in Industries, Medicine, and Beyond*. Biomed Research International.. 2nd ed. A John Wiley & Sons, Ltd., Publication.
- [35] GurungN,S.Ray,S. Bose and V. Rai.2013. A Broader View: Microbial Enzymes and Their Relevance in Industries, Medicine, and Beyond. *Biomed Research International*. Volume 2013. Article ID 329121, 18 pages.
- [36] Rukmi, W.D.P. , E. Zubaidah, M. Maria. 2012. Pembuatan Starter Kering Kultur Campuran Bakteri Asam Laktat dan *Saccharomyces cereviceae* untuk Proses Fermentasi Produk Sereal Instan. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 4(1) : 56 – 69.
- [37] Admassu, H. , W. Zhao, R. Yang, M.A.A. Gasmalla, W. Zhang. 2015. A Review Article.Recent Advances on Efficient Methods for α -Amylase Production by Solid State Fermentation (SSF). *International Journal of Advanced Research*. 3(9) : 1485- 1493.
- [38] Sivaramakrishnan S., D. Gangadharan, K.M. Nampoothiri, A. Pandey. 2006. α -Amylases from microbial sources: an overview on recent developments. *Food Technologi and Biotechnology* 44:173–184
- [39] Prajapati, V.S. , U.B. Trivedi, K.C. Patel. 2015. A statistical approach for the production of thermostable and alklophilic alpha-amylase from *Bacillus amyloliquefaciens* KCP2 under solid-state fermentation. *3 Biotech* 5:211–220.
- [40] Wei, Z., Z. Jia, W. Yu-guang, Z. Hong-bo. 2011. A marked enhancement in production of amylase by *Bacillus amyloliquefaciens* in flask fermentation using statistical methods. *Journal Central South University of Technology*. 18: 1054–1062.

MK-11

Efek Fermentasi Bakteri Asam Laktat Pada Nilai Proksimat Tepung Jali (*Coix lacryma-jobi* L.)

Sulistiani^{1, a)}, Rini Handayani¹⁾ dan Yati Sudaryati Soeka¹⁾

¹ Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)

^{a)} *sulis_lipi@yahoo.com*

Abstrak. Tanaman jali (*Coix lacryma-jobi* L.) tergolong jenis tanaman biji-bijian (serealia) tropika dari suku padi-padian (*Poaceae*). Beberapa spesies jali dapat digunakan sebagai sumber karbohidrat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek fermentasi beberapa strain Bakteri Asam Laktat (BAL) pada nilai proksimat tepung jali serta membandingkan kualitas tepung jali fermentasi dan tanpa fermentasi. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengukuran pH fermentasi dan analisis proksimat meliputi: kadar air, berat kering, kadar abu, serat kasar, lemak kasar, protein kasar dan bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN). Hasil penelitian menunjukkan fermentasi BAL mempengaruhi nilai proksimat tepung jali. Nilai kadar air tepung jali fermentasi lebih rendah (3,42-10,11%) dibandingkan dengan kadar air tepung jali tanpa fermentasi (11,65%). Fermentasi menurunkan kadar abu tepung jali (0,04-0,68%) dibandingkan kadar abu tanpa fermentasi (0,83%). Penurunan kadar abu menunjukkan peningkatan kualitas tepung jali dengan meningkatkan kebersihan tepung (penurunan cemaran bahan inorganik). Strain BAL EN 17-2, EN 17-8, EN 17-43, EN 17-46, EN 38-32, EN 38-34, EN 38-44 menurunkan kadar lemak kasar tepung jali (0,03-0,27%). Penurunan kadar lemak sangat menguntungkan karena dapat menurunkan resiko tengik pada tepung selama penyimpanan. Secara umum fermentasi sedikit meningkatkan nilai protein kasar dan kadar BETN. Kadar protein kasar fermentasi (11,23-11,89%) dibandingkan tanpa fermentasi (11,19%) dan kadar BETN fermentasi (76,29-83,7%) dibandingkan tanpa fermentasi (74,84%).

Kata Kunci: Tepung Jali, Fermentasi, Bakteri Asam Laktat, Analisis Proksimat.

Abstract. Jali (*Coix lacryma-jobi* L.) classified as tropical plant of the family Poaceae (grass family). Some species Jali can be used as a source of carbohydrate. This study aims to determine the effect fermentation of some strains Lactic Acid Bacteria (LAB) on proximate value of jali flour to compare the quality of the fermented jali flour and unfermented one. This research was conducted by measuring the pH of the fermentation and proximate analysis including water content, dry weight, ash, crude protein, crude fiber, crude lipid, nitrogen-free extracts (NFE). The results showed BAL fermentation affect the proximate value of jali flour. Water content of fermented jali flour is lower (3.42 to 10.11%) compared to the water content of the flour jali without fermentation (11.65%). Fermentation lowering the ash content of jali flour (0.04 to 0.68%) compared to the ash content without fermentation (0.83%). Decreased levels of ash showed improved quality of jali flour. It shows the fermentation improve hygiene flour (decrease contamination of inorganic substances). Strain BAL EN 17-2, EN 17-8, EN 17-43, EN 17-46, EN 38-32, EN 38-34, EN 38-44 reduce fat content (0.03 to 0.27 %). Decreased levels of fat was beneficial because it can reduce the risk of rancidity on flour during

storage. In general fermentation slightly increased the value of crude protein and NFE. Crude protein content of fermentation (11.23 to 11.89%) and without fermentation (11.19%). The NFE value of fermentation (76.29 to 83.7%) and without fermentation (74.84%).

Keywords: Jali Flour, Fermentation, Lactic Acid Bacteria, Proximate Analysis.

Pendahuluan

Tanaman jali (*Coix lacryma-jobi* L.) tergolong jenis tanaman biji-bijian (Serealia) tropika dari suku padi-padian (*Poaceae*). Di Indonesia tanaman jali menyebar pada berbagai ekosistem baik iklim kering maupun basah, seperti yang ditemukan di Sulawesi, Sumatra dan Kalimantan [4]. Beberapa species jali dapat digunakan sebagai sumber karbohidrat dan juga sebagai bahan obat [14]. Tepung jali memiliki kelemahan yaitu struktur biji keras dan terdapat rasa berpasir saat dikonsumsi [13]. Hal ini terjadi karena jali memiliki struktur biji yang keras (adanya matriks pati dan protein) yang menyebabkan tekstur tepung jali kasar. Metode fermentasi menggunakan Bakteri Asam Laktat (BAL) telah banyak digunakan untuk meningkatkan mutu beberapa macam tepung seperti jagung, singkong dan lainnya. Fermentasi BAL dapat meningkatkan nilai nutrisi dan palatabilitas tepung fermentasi [3]. Fermentasi jali menggunakan BAL menjadi hal penting untuk dilakukan untuk mengetahui efek fermentasi pada nilai mutu tepung jali melalui nilai proksimatnya.

Bahan dan Metode

Penyiapan kultur bakteri asam laktat (BAL)

Penelitian ini menggunakan 13 macam inokulum BAL meliputi *Lactobacillus namurensis* SU-LS 486, *Lactobacillus fermentum* SU-LS 493, *Lactobacillus fermentum* SU-LS 495, *Lactobacillus namurensis* SU-LS 505, *Lactobacillus plantarum* SU-LS 514, *Lactobacillus plantarum* SU-LS 522, *Lactobacillus fermentum* EN 17-2, *Leuconostoc mesenteroides* EN 17-8, *Leuconostoc mesenteroides* EN 17-43, *Leuconostoc mesenteroides* EN 17-46, *Lactobacillus satsumensis* EN 38-32, *Leuconostoc mesenteroides* EN 38-34, *Lactobacillus fermentum* EN 38-44. Bakteri asam laktat kode strain SU-LS diisolasi dari sawi asin asal Solo sedangkan bakteri asam laktat kode strain EN diisolasi dari nira kelapa asal pulau Enggano. Isolat BAL ditumbuhkan di medium MRSA (*de Man, Rogosa and Sharpe Agar*) pada temperatur 37°C selama 3 hari yang selanjutnya digunakan sebagai inokulum.

Tahap fermentasi jali

Biji jali ditimbang sebanyak 50 gram dimasukan kedalam erlenmeyer yang sudah berisi 75 ml akuades steril ditambah satu ose inokulum BAL dan dihomogenkan kemudian ditutup rapat. Fermentasi dilakukan pada temperatur ruang selama 72 jam. Pengukuran pH larutan fermentasi dilakukan pada jam ke 0, 6, 12, 24, 36, 48 dan 72.

Proses pembuatan tepung jali

Biji jali fermentasi dicuci menggunakan air kemudian ditiriskan. Biji jali selanjutnya dikeringkan dengan menggunakan oven pada temperatur 50°C selama 24 jam. Biji jali yang sudah kering selanjutnya dihaluskan menggunakan blender dan diayak menggunakan ayakan 80 mesh sehingga diperoleh tepung jali. Tepung jali selanjutnya dianalisis proksimat meliputi pengukuran kadar air, kadar abu, kadar serat kasar, kadar lemak kasar, kadar protein kasar dan pengukuran bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN).

Pengukuran kadar air

Pengukuran kadar air dilakukan dengan mengeringkan sampel dalam oven pada 105°C seperti pada metode yang disebutkan dalam AACC (2000). Sampel dibiarkan mengering sampai diperoleh berat sampel kering yang konstan [1]. Kadar air dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{(\text{Berat sampel} - \text{Berat sampel kering}) \times 100}{\text{Berat sampel}}$$

Pengukuran kadar abu

Pengukuran kadar abu dilakukan dengan menempatkan sampel dalam *crussibel porselin* kemudian dibakar dalam tanur pada temperatur 550°C selama 6 jam hingga menjadi abu. Selanjutnya abu didinginkan dalam eksikator selama 15 menit [2]. Kadar abu dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{(\text{Berat setelah tanur} - \text{Berat } crussibel \text{ porselin}) \times 100}{\text{Berat sampel}}$$

Pengukuran kadar serat kasar

Sampel yang telah ditimbang (2 g) dimasukkan erlenmeyer ditambah 50 ml H₂SO₄ 0,255 N dan dipanaskan selama 1 jam. Campuran kemudian didinginkan dan disaring dengan saringan fiber. Residu selanjutnya dimasukan dalam erlenmeyer ditambah 100 ml NaOH 0,313 M dan dipanaskan 1 jam. Campuran selanjutnya disaring dengan saringan fiber, residu dicuci berturut-turut dengan 10 ml aseton dan 50 ml air panas sebanyak 2 kali. Residu selanjutnya dipindahkan ke porselin dan dikeringkan selama semalam pada temperatur 105°C. Selanjutnya residu didinginkan dalam desikator ditimbang beratnya dihitung sebagai (W1). Selanjutnya residu diabukan pada 550°C selama 4 jam. Abu yang diperoleh didinginkan dalam desikator dan ditimbang sebagai (W2) [2]. Rumus kadar serat kasar:

$$\text{Kadar serat kasar (\%)} = \frac{(W1 - W2) \times 100}{\text{Berat sampel}}$$

Pengukuran kadar lemak kasar

Pengukuran kadar lemak dilakukan dengan ekstraksi *soxhlet*. Sampel yang telah ditimbang dimasukkan dalam *soxhlet* yang telah terpasang dalam *waterbath* kemudian *N-Hexan* dituang dan pendingin tegak dipasang serta dialiri dengan air dingin. Ekstraksi dengan *N-Hexan* dalam *soxhlet* 10 x sirkulasi/jam selama 24 jam. *Soxhlet* dikeluarkan dan diangin-anginkan sampai tidak berbau *N-Hexan*. Selanjutnya dimasukkan kedalam oven selama 2 jam pada suhu 105 - 110°C dan didinginkan dalam eksikator selama 15 menit. Selanjutnya berat lemak ditimbang [1]. Kadar lemak kasar dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar lemak kasar (\%)} = \frac{\text{Berat lemak}}{\text{Berat sampel}} \times 100$$

Pengukuran kadar protein kasar

Sampel yang telah ditimbang (2 g) dimasukkan kedalam labu destruksi. Sampel ditambah H₂SO₄ pekat sebanyak 15 ml kemudian didestruksi/dipanaskan dalam lemari asam hingga warna berubah menjadi hijau jernih. Sampel ditambah H₃BO₃ 4% sebanyak 20 ml dan memberikan 2 tetes indikator *Methyl red*. Sampel yang telah didestruksi dimasukkan kedalam labu destilasi dan ditambahkan 50 ml akuades dan 40 ml NaOH 45%. Destilasi dilakukan sampai terjadi perubahan warna ungu menjadi hijau. Tirasi hasil destilasi digunakan HCl 0,1 N sampai berubah menjadi warna ungu [2]. Rumus kadar protein:

$$\text{Kadar Protein (\%)} = \frac{(\text{Titran sampel} - \text{blangko}) \times N \text{ HCl} \times 0,014 \times 6,25 \times 100}{\text{Berat sampel}}$$

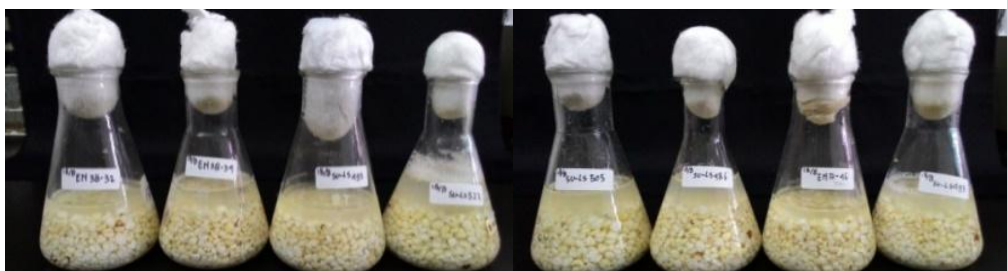
Pengukuran bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN)

Pengukuran BTEN digunakan metode *different method*. Metode ini dilakukan dengan menambahkan total persentase kadar air, kadar abu, serat kasar, lemak kasar dan protein kasar yang selanjutnya nilai tersebut digunakan untuk pengurangan terhadap nilai 100 [12]. Rumus kadar BETN:

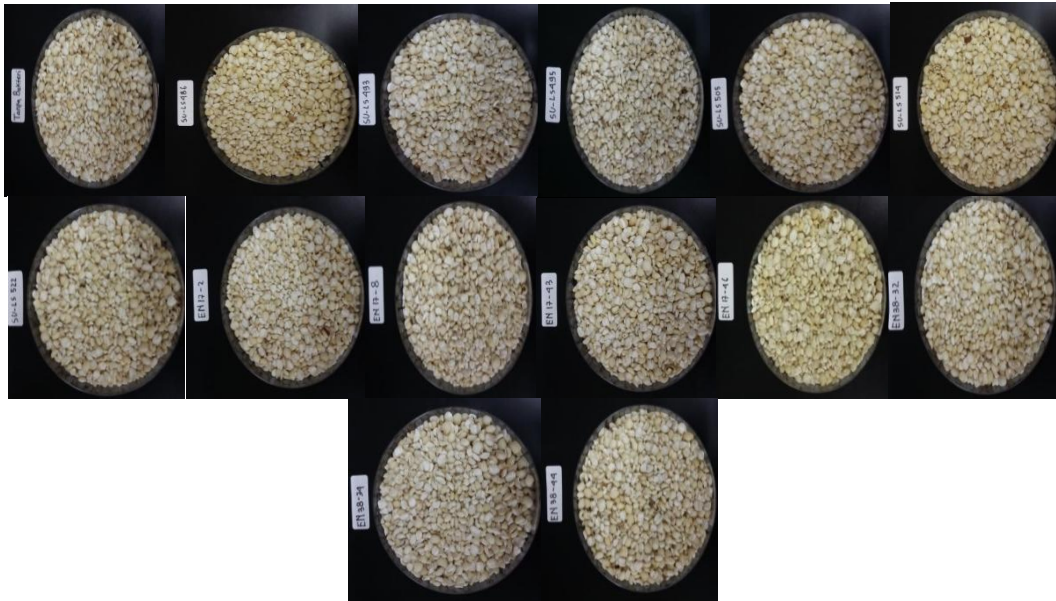
$$\text{Kadar BETN (\%)} = 100 - (\% \text{ kadar air} + \% \text{ serat kasar} + \% \text{ kadar abu} + \% \text{ lemak kasar} + \% \text{ protein kasar})$$

Hasil

Fermentasi jali dilakukan dengan merendam biji jali dalam air steril dengan menggunakan 13 macam inokulum BAL (Gambar 1). Sebagai kontrol negatif, biji jali direndam dalam akuades steril tanpa penambahan inokulum BAL. Selama fermentasi, terlihat adanya perubahan warna larutan fermentasi dari bening menjadi keruh dan terlihat adanya gelembung gas. Jali yang telah difermentasi dicuci bersih dan dikeringkan dalam oven dan selanjutnya dihaluskan menjadi tepung jali (Gambar 2).



Gambar 1. Fermentasi biji jali menggunakan 13 macam inokulum BAL strain SU-LS 486, SU-LS 493, SU-LS 495, SU-LS 505, SU-LS 514, SU-LS 522, EN 17-2, EN 17-8, EN 17-43, EN 38-32, EN 38-34, EN 38-44, EN 17-46 dan kontrol tanpa BAL.



Gambar 2. Biji jali fermentasi kering yang siap dihaluskan (ditepungkan).

Hasil pengukuran pH larutan fermentasi biji jali ditampilkan dalam Tabel 1. Hasil menunjukkan adanya penurunan pH setelah 24 jam fermentasi dan pH terus menurun sampai 72 jam.

Tabel 1. Hasil pengukuran pH larutan fermentasi biji jali selama 72 jam.

No	Jenis Bakteri	Lama Fermentasi (jam)						
		0	6	12	24	36	48	72
1	Tanpa BAL	6,77	6,76	6,75	5,81	5,77	5,36	4,83
2	SU-LS 486	6,82	6,81	6,93	5,61	6,07	5,45	5,01
3	SU-LS 493	6,77	6,76	6,84	5,7	5,84	5,23	4,42
4	SU-LS 495	7,01	6,76	6,65	5,14	5,47	5,36	5,19
5	SU-LS 505	6,77	6,62	6,82	5,64	5,63	5,39	4,97
6	SU-LS 514	6,99	6,74	6,81	5,79	5,55	5,19	5,07
7	SU-LS 522	6,88	5,93	6,83	5,77	5,87	5,4	5,06
8	EN 17-2	6,89	6,66	6,67	5,53	5,73	4,77	4,1
9	EN 17-8	6,88	6,76	6,82	5,19	5,68	5,18	4,77
10	EN 17-43	6,91	6,88	6,75	5,57	5,3	5,35	5,19
11	EN 17-46	6,42	6,81	6,78	5,06	5,53	5,33	5,1
12	EN 38-32	6,51	6,52	5,9	5,13	5	4,77	4,56
14	EN 38-34	6,83	6,79	6,77	5,36	5,57	5,1	4,63
15	EN 38-44	7,01	6,85	6,77	5,64	5,69	5,4	4,97

Tabel 2. Hasil analisis proksimat tepung jali yang telah difermentasi 72 jam.

PERLAKUAN	BK (%)	KA (%)	ABU (%)	SK (%)	LK (%)	PK (%)	BETN (%)
Tanpa Fermentasi	88,35	11,65	0,83	1,07	0,42	11,19	74,84
Tanpa fermentasi BAL	92,65	7,35	0,34	1,07	0,44	11,66	79,14
<i>Lactobacillus namurensis</i> SU-LS 486	89,89	10,11	0,43	1,07	0,36	11,74	76,29
<i>Lactobacillus fermentum</i> SU-LS 493	92,74	7,26	0,49	1,07	0,48	11,68	79,02
<i>Lactobacillus fermentum</i> SU-LS 495	92,89	7,11	0,57	1,07	0,44	11,66	79,15
<i>Lactobacillus namurensis</i> SU-LS 505	93,06	6,94	0,49	1,07	0,33	11,77	79,40
<i>Lactobacillus plantarum</i> SU-LS 514	92,50	7,50	0,57	1,07	0,45	11,47	78,94
<i>Lactobacillus plantarum</i> SU-LS 522	92,61	7,39	0,68	1,07	0,36	11,89	78,61
<i>Lactobacillus fermentum</i> EN 17-2	92,30	7,70	0,68	1,07	0,03	11,63	78,89
<i>Leuconostoc mesenteroides</i> EN 17-8	93,36	6,64	0,42	1,07	0,1	11,8	79,97
<i>Leuconostoc mesenteroides</i> EN 17-43	93,72	6,28	0,46	1,07	0,04	11,23	80,92
<i>Leuconostoc mesenteroides</i> EN 17-46	92,58	7,42	0,6	1,07	0,14	11,29	79,48
<i>Lactobacillus satsumensis</i> EN 38-32	95,80	4,20	0,04	1,07	0,13	11,87	82,69
<i>Leuconostoc mesenteroides</i> EN 38-34	96,58	3,42	0,21	1,07	0,11	11,49	83,70
<i>Lactobacillus fermentum</i> EN 38-44	95,76	4,24	0,12	1,07	0,27	11,49	82,81

Keterangan: BK: berat kering, KA: kadar air, SK: serat kasar, LK: lemak kasar, PK: protein kasar, BETN: bahan ekstrak tanpa nitrogen.

Hasil analisis proksimat tepung jali fermentasi 72 jam ditampilkan dalam Tabel 2. Hasil menunjukkan adanya perbedaan nilai proksimat tepung jali fermentasi dengan tanpa fermentasi. Terdapat peningkatan berat kering, BETN, kadar protein dibandingkan dengan tanpa fermentasi. Terdapat penurunan kadar abu dan perlakuan menggunakan BAL strain EN mampu menurunkan kadar lemak tepung jali.

Pembahasan

Fermentasi biji jali menggunakan 13 macam inokulum BAL dan 1 kontrol tanpa BAL. Inokulum BAL antara lain: *Lactobacillus namurensis* SU-LS 486, *Lactobacillus fermentum* SU-LS 493, *Lactobacillus fermentum* SU-LS 495, *Lactobacillus namurensis* SU-LS 505, *Lactobacillus plantarum* SU-LS 514, *Lactobacillus plantarum* SU-LS 522, *Lactobacillus fermentum* EN 17-2, *Leuconostoc mesenteroides* EN 17-8, *Leuconostoc mesenteroides* EN 17-43, *Leuconostoc mesenteroides* EN 17-46, *Lactobacillus satsumensis* EN 38-32, *Leuconostoc mesenteroides* EN 38-34 dan *Lactobacillus fermentum* EN 38-44.

Hasil pengukuran pH larutan fermentasi (Tabel 1.) menunjukkan penurunan pH larutan fermentasi dimana pada 0 jam pH larutan bersifat netral pH 6,77-7,01 setelah 24 jam larutan fermentasi menjadi lebih asam pH 5,13-5,79 dan pH terus menurun sampai jam ke 72 pH 4,1-5,19. Penurunan pH tersebut menunjukkan adanya pertumbuhan mikroba dan aktivitas fermentasi terhadap substrat pati jali yang menghasilkan asam. Seperti diketahui asam organik merupakan produk utama fermentasi oleh BAL [6]. Pada kontrol negatif juga menunjukkan aktivitas mikroba. Hal ini menunjukkan jali sendiri membawa mikroba dan melakukan fermentasi spontan.

Analisis proksimat merupakan analisis kandungan kimia/gizi dalam suatu pakan atau bahan pangan. Hal tersebut digunakan untuk mengetahui apakah pakan atau bahan pangan tersebut baik atau tidak untuk dikonsumsi oleh ternak maupun oleh manusia. Analisis proksimat memiliki manfaat sebagai penilaian kualitas pakan atau bahan pangan terutama pada standar zat makanan yang seharusnya terkandung [9]. Hasil uji proksimat pada tepung jali fermentasi dan tepung jali tanpa fermentasi ditampilkan pada Tabel 2. Hasil analisis proksimat tepung jali

fermentasi diperoleh kadar air lebih rendah 3,42-10,11% dibandingkan dengan kadar air tepung jali tanpa fermentasi 11,65%. Kandungan kadar air didalam tepung mempengaruhi daya simpan tepung. Semakin banyak kandungan air didalam tepung semakin cepat mengalami kerusakan, terutama kerusakan secara mikrobiologi yang salah satunya menyebabkan mudahnya bakteri, kapang dan khamir untuk berkembang biak sehingga terjadi perubahan pada pangan. Kadar air merupakan faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba didalam bahan pertanian selama proses penyimpanan [5]. Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam bahan yang dinyatakan dalam persen [11]. Sebelum fermentasi, sebagian molekul air membentuk hidrat dengan molekul lain yang mengandung atom oksigen, nitrogen, karbohidrat, protein, garam, dan senyawa organik lainnya sehingga air sukar diuapkan, sedangkan pada saat fermentasi berlangsung enzim-enzim mikroba memecah karbohidrat, protein, garam, dan senyawa organik lainnya sehingga air yang terikat berubah menjadi air bebas yang mudah menguap [8]. Air bebas akan menguap saat proses pengeringan sehingga kadar air bahan menurun [13].

Berat kering tepung jali tanpa fermentasi 88,35% sedangkan tepung jali fermentasi memiliki berat kering 89,89-96,58%. Besaran berat kering ini berbanding terbalik dengan jumlah kadar air. Semakin rendah kadar air, semakin tinggi berat kering suatu bahan.

Hasil dari analisis proksimat didapatkan kadar abu dalam tepung jali fermentasi dan tanpa fermentasi. Kadar abu tepung jali tanpa fermentasi sebanyak 0,83% dan tepung jali fermentasi menggunakan 13 macam inokulum mempunyai kadar abu 0,12-0,68%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kadar abu pada tepung jali tanpa fermentasi lebih banyak dari pada tepung jali fermentasi. Kadar abu menunjukkan kandungan bahan anorganik yang tersusun oleh mineral seperti kalsium, kalium, besi, pospor, dan sebagainya [5]. Penentuan abu total dilakukan dengan tujuan untuk menentukan baik tidaknya suatu proses pengolahan, mengetahui jenis bahan yang digunakan, serta dijadikan parameter nilai gizi bahan makanan [7]. Abu dan mineral merupakan komponen bahan pangan yang dibutuhkan tubuh dalam jumlah kecil berfungsi sebagai zat pembangun dan pengatur. Namun demikian jumlah abu yang cukup tinggi dalam bahan pangan dapat juga menjadi indikasi adanya kontaminasi atau tingkat kemurnian bahan pangan yang menurun serta tingkat kebersihan pengolahan bahan pangan yang kurang. Kadar abu sebagai parameter nilai gizi, contohnya pada analisis kadar abu tidak larut asam yang cukup tinggi menunjukkan adanya kontaminan atau bahan pengotor pada makanan tersebut. Standar mutu tepung terigu berdasar SNI 3751:2009 memiliki kadar abu kurang dari 0,70%, sedangkan standar abu tepung beras berdasar SNI 3549:2009 memiliki kadar abu kurang dari 1,0% dan tepung jagung berdasarkan SNI 01-3727-1995 memiliki kadar abu kurang dari 1,5%.

Hasil analisis kandungan serat kasar pada tepung jali menunjukkan hasil yang sama antara tepung jali fermentasi dengan tanpa fermentasi. Kadar serat kasar pada tepung jali sebesar 1,07%. Serat kasar merupakan bagian karbohidrat yang tidak hancur dengan hidrolisis asam dan basa yang tidak dapat diserap oleh sistem pencernaan [5]. Adapun komponen serat kasar pada umumnya terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin merupakan komponen dinding sel tumbuhan yang tidak dapat dicerna oleh hewan monogastrik namun bisa dicerna oleh hewan ruminansia. Hewan ruminansia dapat mencerna selulosa dan hemiselulosa karena adanya mikroba rumen.

Hasil dari uji proksimat tepung jali fermentasi memiliki kadar lemak kasar sebesar 0,03-0,48% sedangkan tepung jali tanpa fermentasi sebanyak 0,42%. Perlakuan dengan strain BAL EN 17-2, EN 17-8, EN 17-43, EN 17-46, EN 38-32, EN 38-34, EN 38-44 menurunkan kadar lemak kasar tepung jali 0,03-0,27%. Selama fermentasi, BAL yang mampu menggunakan lemak, lemak dihidrolisa masuk ke jalur glikolisis dan digunakan untuk menghasilkan energi. Penurunan kadar lemak sangat menguntungkan karena tingkat oksidasi pada lemak menjadi lebih rendah, sehingga tepung terfermentasi tidak mudah rusak atau tengik dan masa simpan tepung bisa lebih panjang [10].

Hasil analisis protein kasar pada tepung jali tanpa fermentasi 11,19% dan tepung jali fermentasi 11,23-12,28%. Hasil menunjukkan kadar protein kasar tepung jali fermentasi sedikit meningkat dibandingkan tepung jali tanpa fermentasi. Hal ini dimungkinkan pertambahan

protein berasal dari hasil aktivitas mikroba yang mengeluarkan protein maupun enzim ekstraseluler.

Hasil uji proksimat dari tepung jali didapatkan kandungan bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) pada tepung jali tanpa fermentasi sebanyak 74,84%. Tepung jali fermentasi memiliki kandungan bahan organik sebesar 76,29-83,70%. Peningkatan kandungan BETN dari tepung jali ini mungkin berasal dari bahan organik seperti levan dan dekstran (eksopolisakarida) yang dihasilkan oleh mikroba selama proses fermentasi [6].

Kesimpulan

Fermentasi BAL mempengaruhi nilai proksimat tepung jali. Fermentasi jali menurunkan kadar air, kadar air tepung jali fermentasi lebih rendah (3,42-10,11%) dibandingkan dengan kadar air tepung jali tanpa fermentasi (11,65%). Fermentasi menurunkan kadar abu tepung jali (0,04-0,68%) dibandingkan kadar abu tanpa fermentasi (0,83%). Strain BAL EN 17-2, EN 17-8, EN 17-43, EN 17-46, EN 38-32, EN 38-34, EN 38-44 menurunkan kadar lemak kasar tepung jali (0,03-0,27%). Penurunan kadar lemak sangat menguntungkan karena dapat menurunkan resiko tengik pada tepung selama penyimpanan. Fermentasi sedikit meningkatkan nilai protein kasar dan kadar BETN pada tepung jali fermentasi. Kadar protein kasar tepung jali fermentasi (11,23-11,89%) dan tanpa fermentasi (11,19%) dan kadar BETN tepung jali fermentasi (76,29-83,7%) dan tanpa fermentasi (74,84%).

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Tri Handayani, M.Si. selaku ketua proyek DIPA KSK tahun anggaran 2015 dan Khairunnisa, S.Si. selaku pembantu peneliti kami di Laboratorium Mikrobiologi Industri serta semua pihak yang ikut berperan serta dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] AACC. 2000. Approved methods of the American Association of Cereal Chemists, vol. 1 (Method No. 30-25, 44-15A), USA: American Association of Cereal Chemists.
- [2] AOAC1990, Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists, 15th ed., Arlington Va, USA: 1-50 pp.
- [3] Chelule, P.K., M.P. Mokoena and N. Gqaleni. 2010. Advantages of traditional lactic acid bacteria fermentation of food in Africa. Current Research, Technology and Education Topic in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology. A Mendez-Vilas (Ed). 1160-1167pp.
- [4] Faesal. 2013. Peningkatan Peran Penelitian Tanaman Serealia Menuju Pangan Mandiri. Balai Penelitian Tanaman Serealia. ISBN: 978-979-8940-37-8.
- [5] Hananto, Sigit. 2015. Kandungan Proksimat dan Daya Pengikatan Tepung Iles-Iles (*Amorphophallus oncophylus*) terhadap Aflatoksin sebagai Upaya Pencarian Bahan Pengikat Alternatif pada Pakan. *Skripsi*. Jurusan Biologi Universitas Diponegoro Semarang.
- [6] Kam, W.Y., W.M.W. Aida and A.M. Sahilah. 2012. Identification of predominant *Lactobacillus* species in liquid sourdough fermentation. *International Food Research Journal*, 19 (4): 1739-1743 pp.
- [7] Krisno, Budiyo, Agus. 2001. *Dasar Dasar Ilmu Gizi*. Malang: UMM Press.
- [8] Meyer, L.H. 1996. *Food Chemistry*. Teinhold Publishing Co. New York.
- [9] Mulyono. 2000. *Metode Analisis Proksimat*. Jakarta: Erlangga.
- [10] Nafi, A., N. Diniyah, W. S. Windarti dan A. Fitriyaningtyas. 2014. Pengaruh pH dan lama fermentasi spontan terhadap sifat kimia dan fungsional tepung koro komak. Prosiding semidan dan lokakarya Nasional FKPT-TPI 2014: Peningkatan Daya Saing Industri Perkebunan yang Berkelanjutan dalam Menghadapi Pasar Bebas ASEAN 2015. Hlm 220-229.

- [11] Sandjaja dan Atmarita. 2009. *Kamus Gizi Pelengkap Kesehatan Keluarga*. Jakarta: PT Kompas edia Nusantara.
- [12] Sarkiyayi, S. and T. M. Agar 2010 “Comparative analysis on the nutritional and anti-nutritional contents of the sweet and bitter cassava varieties,” *Advance Journal of Food Science and Technology*, vol. 2(6), pp. 328-334.
- [13] Syahputri, Dwi Arianda, Agustin Krisna Wardani. 2015. Pengaruh Fermentasi Jali (*Coix lacryma jobi-L*) pada Proses Pembuatan Tepung Terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Cookies dan Roti Tawar. Malang: Universitas Brawijaya. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3 (3) hlm. 984-995.
- [14] Wardani, L. K. 2011. *Pemanfaatan bahan pangan lokal biji jali pada pembuatan kudapan (wajik, lemper, klepon dan putu ayu)*. ePrint UNY: Lumbung Pustaka Universitas Yogyakarta.

MK-4

Studi Kelayakan Produksi Bioetanol dari Ampas Tapioka dengan Metode *Solid State Fermentation* untuk Pemenuhan Kebutuhan Bioetanol Menuju *Indonesia Energy Mix 2025*

Muhammad Naufal Hakim^{1, a)}, Mochamad Firmansyah^{1, b)}, Abdurrahman Adam^{1, c)}

¹*Program Studi Rekayasa Hayati, Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganeca No. 10 Bandung 40132*

a)hakim800@gmail.com

b)mochfirmansyah112@gmail.com

c)abdurrahman.adam97@gmail.com

Abstrak. Berdasarkan data kementerian ESDM tahun 2014, kebutuhan bahan bakar minyak Indonesia adalah 40 juta kL/tahun dan cenderung meningkat hingga 77 juta kL/tahun pada 2018. Untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil, pemerintah Indonesia mencanangkan *Roadmap Energy Mix 2025*. Biofuel sebagai sumber energi terbarukan ditargetkan menempati porsi 1,335% dari total sumber energi Indonesia. Sumber bioetanol berupa bahan nabati yang mengandung gula, pati, dan selulosa. Namun adanya UU No.18 tahun 2012 membuat bahan baku bioenergi tidak boleh mengganggu ketahanan pangan Indonesia. Mengacu pada peraturan tersebut, limbah ampas tapioka dapat dipilih sebagai bahan pembuatan bioetanol karena limbah tersebut masih memiliki kandungan pati dan gula tereduksi yang cukup tinggi. Indonesia menghasilkan rata-rata limbah ampas tapioka sebesar 564.415 ton/tahun. Metode yang digunakan untuk mengonversi ampas tapioka ini adalah *solid state fermentation*, yaitu proses fermentasi tanpa cairan yang mengalir di dalam reaktor. Hasil simulasi menunjukkan bahwa metode ini dengan bahan baku ampas tapioka dapat menghasilkan perolehan bioetanol hingga 17 % (w/w ampas tapioka) dalam waktu 48 jam. Mengacu pada produksi limbah ampas tapioka yang ada, dimungkinkan untuk menghasilkan bioetanol hingga 59.048 kL/tahun. Perolehan bioetanol yang dihasilkan dengan metode ini dapat berperan dalam memenuhi kebutuhan bioetanol Indonesia hingga 1,03 % menurut *Roadmap Energy Mix 2025*.

Kata kunci: ampas tapioka, bioetanol, fermentasi padat,, Indonesia *Energy Mix 2025*

Abstract. Based on data from the Ministry of Energy and Mineral Resources in 2014, fuel needs of Indonesia is 40 million kL/year and is likely to increase up to 77 million kL/year in 2018. In order to reduce dependence on fossil fuels, Indonesian government launched the *Roadmap Energy Mix 2025*. Biofuels as renewable energy occupied 1.335% of total energy sources in Indonesia. Sources of bioethanol usually are materials containing sugar, starch, and cellulose. However, RI Law No.18 of 2012 makes bioenergy feedstock shouldn't interfere with Indonesia's food security. Referring to these regulations, cassava waste pulp (CWP) can be selected as the raw material for bioethanol production, this waste still contains high starch and reduced sugar. Indonesia produces CWP about 564,415 tonnes/year. The method used to convert CWP is Solid State Fermentation (SSF), whereas fermentation process without liquid moved freely in reactor. The simulation results showed the method of SSF with CWP feedstock can produce

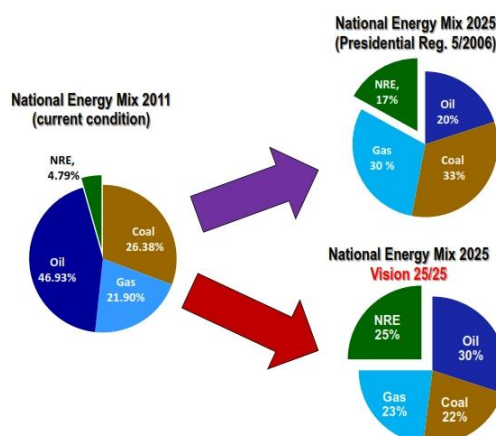
bioethanol up to 17% (w/w CWP) within 48 hours. Referring to the simulation, it's possible to produce bioethanol up to 59,048 kL/year. Acquisition of bioethanol produced by this method can contribute to meet the needs of bioethanol up to 1.03% according to the Roadmap Energy Mix 2025.

Keywords : bioethanol, Indonesia Energy Mix 2025, cassava waste pulp, solid state fermentation

Pendahuluan

Angka konsumsi bahan bakar Indonesia cenderung mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya kebutuhan energi dalam negeri. Data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) tahun 2014 menunjukkan kebutuhan bahan bakar minyak Indonesia mencapai 40 juta kL/tahun dan cenderung meningkat hingga 77 juta kL/tahun pada 2018 [1]. Perlu dilakukan upaya dalam memenuhi kebutuhan energi tersebut terutama energi terbarukan yang ramah lingkungan.

Saat ini, pemenuhan kebutuhan energi di Indonesia masih didominasi oleh bahan bakar berbasis fosil. Padahal penggunaan bahan bakar fosil memiliki berbagai keterbatasan terutama keberadaannya yang tidak dapat diperbaharui. Selain itu penggunaannya memiliki dampak buruk bagi lingkungan, seperti polusi udara, meningkatnya akumulasi karbon di atmosfer, terjadinya hujan asam, hingga pemanasan global. Sejalan dengan hal tersebut, pemerintah melalui kementerian ESDM meluncurkan program *Indonesia Energy Mix Roadmap 2025* sebagai bentuk diversifikasi energi di Indonesia (Gambar 1). Kebutuhan akan sumber energi terbarukan berupa bioetanol cukup besar mencapai 1,335 % dari total sumber energi yang digunakan Indonesia, atau secara jumlah suplai dibutuhkan bioetanol sebesar 17.205 kL/hari untuk mendukung proyek *roadmapenergy mix 2025*. Bioetanol dapat diproduksi dari bermacam-macam bahan baku, diantaranya singkong, ubi, dan kentang. Namun, adanya aturan UU No. 18 tahun 2012 tidak memperbolehkan kepentingan tanaman pangan untuk bahan bakar berbenturan dengan ketahanan pangan. Sehingga bahan baku bioetanol hanya diperbolehkan berasal dari tanaman yang tidak digunakan untuk bahan pangan atau dapat pula digunakan limbah hayati.



Gambar 1. Skema roadmap *energy mix 2025* (Sumber: [2])

Ampas tapioka (*Cassava Waste Pulp*, CWP) merupakan limbah padat yang terbentuk dari proses konversi pati singkong (*Manihot esculenta*) menjadi tepung tapioka [3]. Sebagai produk samping berupa biomassa, ampas tapioka masih memiliki berbagai komponen organik yang dapat dimanfaatkan (Tabel 1).

Tabel 1. Komposisi berat kering limbah ampas tapioka (Sumber: [4])

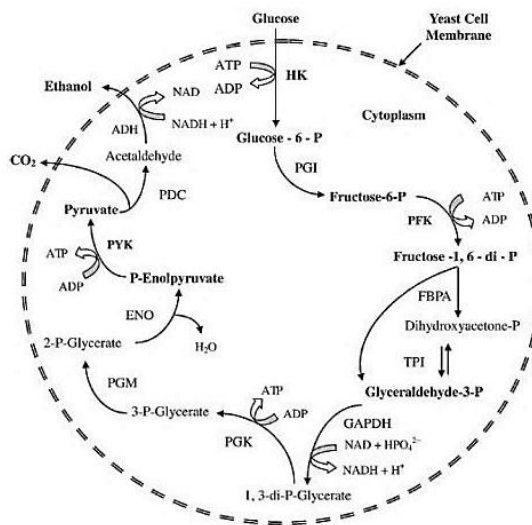
Komposisi	Fraksi (%)
Air	9,04
Serat	21
Pati	37,7
Gula tereduksi	31,3
Protein	0,96

Jumlah rata-rata CWP yang dihasilkan Indonesia mencapai 564 ribu ton/tahun. Selama ini, pemanfaatan CWP yang dilakukan masyarakat masih sebatas bahan pupuk ataupun pakan ternak. Kemudian sisanya dibiarkan begitu saja tanpa pengolahan dan pengelolaan yang baik. Padahal CWP yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan berbagai dampak yang merugikan masyarakat, seperti bau busuk akibat tumpukkan CWP, pencemaran air dan tanah, juga menjadi sumber penyakit [5]. Sementara itu di negara Thailand, CWP sudah dimanfaatkan untuk menghasilkan bahan bakar terbarukan berupa bioetanol [6]. Dibandingkan dengan beberapa jenis limbah lain, CWP memiliki potensi besar (Tabel 2) untuk dijadikan bahan baku pembuatan bioetanol [1].

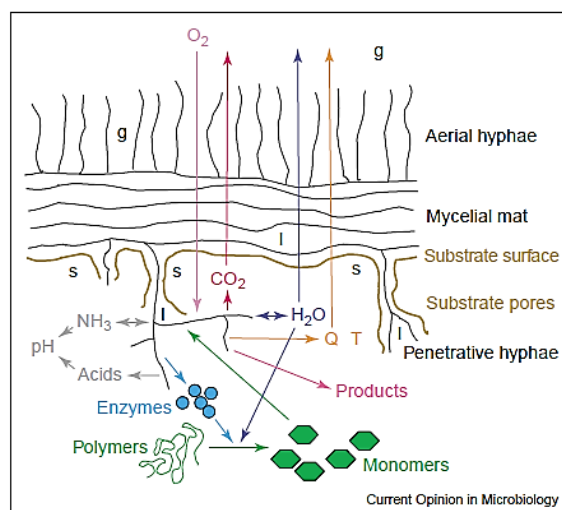
Tabel 2. Perbandingan potensi produksi bioetanol berbagai substrat

Bahan Mentah	Substrat Esensial	Waktu Fermentasi (jam)	Perolehan Etanol (%)
Ampas Tapioka (metode SmF)	Gula tereduksi dan pati (31,3 % dan 37,7 %)	59 – 62	15,68 %
Nira Nipah	Glukosa 15-20 %	36	14 %
Tandan Kosong Kelapa Sawit	Selulosa 45 %	120	9,689 %
Air dadih dan kulit pisang	Glukosa 4,21 % & 12,3 %	24	2,040 %

Pada umumnya pembuatan bioetanol memanfaatkan *Saccharomyces cerevisiae*, ragi dari golongan *Ascomycota* sebagai agen produksi. Ragi ini dapat mengonversi glukosa menjadi etanol dan gas CO₂ melalui jalur fermentasi alkohol [7]. Reaksi tersebut berlangsung secara anaerob (tanpa adanya gas O₂) serta melibatkan berbagai jenis enzim, salah satunya alkohol dehidrogenase sebagai katalis reaksi konversi asetaldehid menjadi etanol (Gambar 2). Seiring dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat akan energi terbarukan, bioetanol hasil fermentasi *S. cerevisiae* juga dimanfaatkan untuk membuat etanol *fuel grade* (kemurnian > 99,5 %). Ragi ini dipilih karena memiliki efektivitas dan efisiensi yang tinggi dalam menghasilkan etanol. Keunggulan ini dilihat dari banyaknya perolehan etanol yang dihasilkan dan sifat toleran terhadap konsentrasi glukosa serta alkohol yang tinggi di dalam medium tumbuhnya [8]. Hingga kini pemanfaatan ragi *S. cerevisiae* terus dikembangkan baik melalui rekayasa genetika maupun optimasi kultur di dalam bioreaktor guna memaksimalkan produksi bioetanol.

Gambar 2. Jalur fermentasi etanol pada ragi *S. cerevisiae* (Sumber: [8])

Secara umum, teknik fermentasi dibagi ke dalam dua kelompok besar, yaitu fermentasi padat atau *Solid State Fermentation* (SSF) dan fermentasi terendam atau *Submerged Fermentation* (SmF). SSF (Gambar 3) merupakan suatu teknik fermentasi pada kondisi tanpa adanya cairan yang bebas mengalir ke dalam sistem dan material-material padat di dalamnya menjadi substrat saat proses fermentasi [9]. Teknik fermentasi ini biasa digunakan dalam berbagai proses pembuatan produk hasil metabolisme seperti makanan dan minuman fermentasi, pakan ternak, bahan-bahan kimia, obat-obatan, hingga bahan bakar berbasis hayati [10]. Teknik SSF bahkan telah menjadi suatu teknologi yang digunakan oleh masyarakat di kawasan Asia selama ribuan tahun lalu. Sementara itu, SmF merupakan teknik fermentasi yang menggunakan substrat terlarut di dalam medium cair untuk melangsungkan reaksi konversi seluler. Secara umum perbedaan dari keduanya terlihat dari jenis substrat dan kadar air di dalam medium tumbuhnya.



Gambar 3. Skema proses fermentasi padat (Sumber: [11])

Terdapat tiga tahap utama dalam SSF, yaitu hidrolisis (garis *turquoise*), fermentasi, dan purifikasi (garis biru muda). Diagram alir berwarna merah, oranye, hijau dan ungu masing-masing mewakili aliran uap air, medium kultur dan *S. cerevisiae*, air dan vinase.

Proses alir hidrolisis berfungsi untuk mendegradasi pati menjadi gula pereduksi. Dalam proses ini, untuk menghidrolisis pati digunakan enzim α -amilase dan β -glukoamilase. Umpan dari proses *pretreatment* akan menuju proses kedua yaitu proses *moisturizing*. Pada tahap ini, umpan dari proses *pretreatment* akan ditambahkan air yang berguna untuk menambah kelembaban dari CWP agar proses fermentasi lebih mudah dilakukan. Selanjutnya umpan yang telah dilembabkan tadi akan memasuki fermentor untuk difermentasi. Umpan ini dalam keadaan optimal memiliki kandungan gula tereduksi sebesar 68% (w/w) dan akan difermentasi oleh *S. cerevisiae*. Umpan ini akan masuk dalam reaktor yang akan mencampurkan umpan dengan ragi dan medium kultur. Setelah melalui tahap ini, umpan akan diteruskan ke *splitter*, yang akan memecah umpan sesuai fasanya masing-masing. Dapat dilihat pada proses alir diatas, umpan akan terpisah dan memiliki jalur prosesnya sendiri – sendiri. Untuk etanol akan dipompa dan masuk dalam kolom destilasi dan dikondensasi. Kemudian etanol akan memasuki *sieve tower*. Pada tahap ini, campuran etanol-air akan dimurnikan dengan *sieve tower*. *Sieve tower* yang digunakan pada produksi *fuel grade ethanol* biasanya memiliki besar butiran *sieve* diameter kurang dari 3×10^{-10} meter. Butiran ini berfungsi untuk menyaring partikel air yang tidak diinginkan, sehingga akan dikeluarkan ekstrak dari *sieve tower* berupa etanol dengan kadar *fuel grade*. Saat seluruh butiran *sieve* telah dipenuhi oleh air, suhu pada *sieve tower* dapat diatur sehingga air akan menguap terlebih dahulu sebelum digunakan untuk purifikasi etanol lagi. *Sieve tower* lebih disukai untuk memurnikan campuran etanol-air dibandingkan distilasi azeotrop, karena distilasi tidak perlu dilakukan berulang kali, dan akhirnya didapat etanol dengan kandungan 99,5% atau *fuel grade ethanol*.

Pemodelan produksi bioetanol menggunakan metode SSF membutuhkan formulasi yang terkait dengan kinetika pertumbuhan biomassa, konsumsi substrat dan produksi bioetanol. Berikut adalah formulasi proses yang digunakan [14].

1. Kinetika pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae*

Pemodelan kinetika pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* menggunakan persamaan logistik sebagai berikut:

$$\frac{dC_x}{dt} = C_x \mu_m \left(1 - \frac{C_x}{C_{xm}} \right)$$

dengan C_x adalah konsentrasi biomassa (g biomassa/100 g substrat), C_{xm} adalah konsentrasi biomassa maksimum, μ laju pertumbuhan spesifik (t^{-1}) dan μ_m adalah laju pertumbuhan spesifik maksimum.

2. Kinetika konsumsi substrat

Persamaan laju konsumsi substrat adalah sebagai berikut:

$$\frac{dC_s}{dt} = -\frac{1}{Y_{xs}} \frac{dC_p}{dt} - mC_x - \frac{1}{Y_{ps}} \frac{dC_p}{dt}$$

dengan C_s adalah konsentrasi substrat, C_p konsentrasi produk atau konsentrasi etanol, Y_{xs} koefisien *yield* untuk sel, Y_{ps} koefisien *yield* etanol dalam substrat dan m koefisien kestabilan sel (*maintainance coefficient*).

3. Kinetika produksi etanol

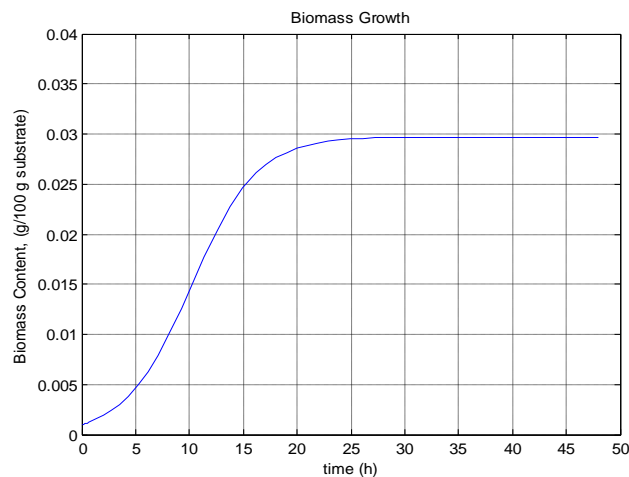
Persamaan laju produksi etanol adalah sebagai berikut:

$$d\frac{C_p}{dt} = \alpha \frac{dC_x}{dt} + \beta C_x$$

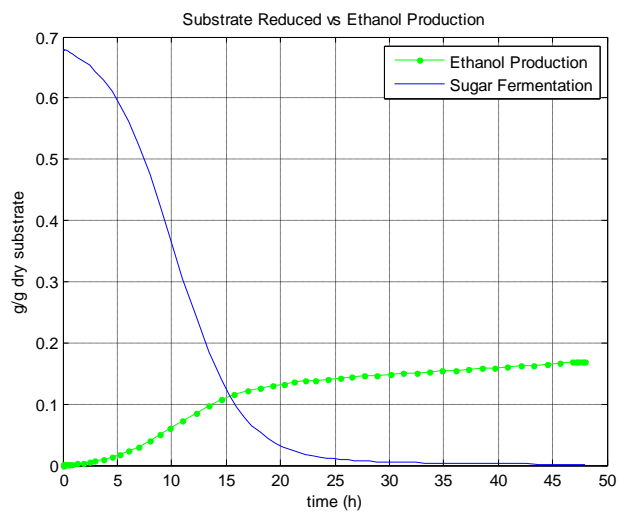
dengan α dan β adalah koefisien empiris produksi etanol didapatkan dari eksperimen labu (*flask experiment*).

Hasil

Hasil simulasi kinetika pertumbuhan *S. cerevisiae* menggunakan MATLAB dengan pendekatan dan asumsi yang digunakan pada bagian metode ditunjukkan oleh Gambar 5. Sementara itu kinetika konsumsi glukosa dan produksi etanol ditunjukkan oleh Gambar 6. Hasil ini menunjukkan bahwa ragi *S. cerevisiae* mencapai fase stasioner pada waktu 25 jam dengan jumlah biomassa sel maksimum sebesar 0,0279 gram *S. cerevisiae* per 100 gram substrat. Etanol yang diproduksi dari gula mencapai 17% (w/w) setelah 48 jam.



Gambar 5. Kinetika pertumbuhan ragi *Saccharomyces cerevisiae* dalam medium padat.



Gambar 6. Kinetika produksi etanol dan konsumsi glukosa *S. cerevisiae*

Pembahasan

Berdasarkan simulasi yang dilakukan (Gambar 5) terlihat bahwa dalam waktu 48 jam seluruh gula dalam substrat CWP telah terkonversi menjadi etanol dengan perolehan sebesar 17% (w/w). Produksi etanol meningkat secara eksponensial bersamaan dengan fase pertumbuhan eksponensial dari *S. cerevisiae* terlihat dari kurva pertumbuhan dan kinetika produksi bioetanol. Hasil ini lebih tinggi dibandingkan dengan fermentasi menggunakan metode SmF dengan *yield* sebesar 15,68% (w/v) Seperti yang telah diketahui bahwa secara biologis, keadaan operasi pada metode SSF sangat menyerupai kondisi alamiah pertumbuhan ragi [12]. Hal ini menjadikan perolehan bioetanol lebih banyak dibandingkan metode SmF karena laju pertumbuhan dan reaksi metabolisme *S. cerevisiae* tidak mengalami hambatan.

Mengacu pada asumsi bahwa seluruh ampas tapioka dikonversi menjadi bioetanol maka dalam setahun metode ini dapat menghasilkan hingga 59.048 kL/tahun atau hingga 179 kL/hari. Jumlah ini memenuhi sebesar 1,03% dari kebutuhan bioetanol pada *Roadmap Energy Mix 2025*, sedangkan dengan metode SmF hanya menghasilkan 0,95% dari kebutuhan bioetanol sesuai dengan *Roadmap Energy Mix 2025*. Terdapat selisih sebesar 13 kL/hari yang mampu menyalakan hingga 37 ribu lampu LED 7 watt selama 1 jam (lampu LED 7 watt setara dengan lampu bohlam biasa 60 watt)

Penggunaan substrat CWP untuk memproduksi bioetanol menggunakan metode SSFsangat layak dalam rangka pemenuhan kebutuhan bioetanol berdasarkan *Roadmap Energy Mix 2025*. Hal tersebut dapat dilihat dari ketersediaan substrat CWP dari hasil pemodelan yang menunjukkan bahwa perolehan bioetanol dapat mencapai 17% (w/w) dalam waktu 48 jam dengan produktivitas 179 kL/hari atau setara dengan 59.048 kL/tahun. Hasil tersebut lebih besar dibandingkan dengan penggunaan metode SmF juga penggunaan bahan baku atau substrat lain. Produksi bioetanol dari CWP menggunakan metode SSF dapat menyumbang sebesar 1,03% dari total kebutuhan bioetanol Indonesia menurut *Roadmap Energy Mix 2025*. Terlebih lagi dapat memenuhi hingga 35,3% kebutuhan bioetanol menurut Rencana Strategis Kementerian ESDM 2015-2019 hingga tahun 2016.

Untuk studi kelayakan lebih lanjut perlu dipertimbangkan analisis ekonomi, manajemen *supply chain*, manajemen sumber daya manusia, dan manajemen industri. Analisis tersebut dapat mengestimasi modal yang harus dikeluarkan dan pemasukan yang akan didapat sehingga dapat diprediksi kemampuan Indonesia dalam menerapkan metode ini.

Daftar Pustaka

- [1] Wahyuono, RA et al. 2015. Feasibility Study on the Production of Bioethanol from Tapioca Solid Waste to Meet the National Demand of Biofuel. *Energy Procedia*, 65:324-330 pp
- [2] Azahari, HL. 2012. New and renewable energy policies. <http://energy-indonesia.com/03dgc/03.pdf>. Diakses 24 Februari 2016
- [3] Mas'ud, Z.A., et al. 2013. Synthesis of cassava waste pulp-acrylamide super absorbent: effect of initiator and cross-linker concentration. *Indonesian Journal of Chemistry*, 13(1):66-71 pp
- [4] Soemarno. 2000. *Rancangan Teknologi Proses Pengolahan Tapioka dan Produk-produknya*. Kanisius. Jakarta.
- [5] Akaracharany, A., et al. 2011. Evaluation of the waste from cassava starch production as a substrate for ethanol fermentation by *Saccharomyces cerevisiae*. *Annals of Microbiology*, 61(3):431-436 pp
- [6] Thongchul, N. et al. 2010. Production of lactic acid and ethanol by *Rhizopus oryzae* integrated with cassava pulp hydrolysis. *Bioprocess and Biosystems Engineering*, 33(3):407-416 pp
- [7] Baeyens, J., Kang, Q., Appels, L., Dewil, R., Lv, Y. dan Tan, T., 2015. Challenges and opportunities in improving the production of bio-ethanol. *Progress in Energy and Combustion Science*, 47:60-88.

- [8] Bai, F. W. et al. 2008. Ethanol fermentation technologies from sugar and starch feedstocks. *Biotechnology Advances*, 26(1):89-105 pp
- [9] Pandey, A. et al, 2000. New developments in solid state fermentation: I-bioprocesses and products. *Process Biochemistry*, 35(10):1153-1169 pp
- [10] Pandey, A. 2003. Solid-state fermentation. *Biochemical Engineering Journal*, 13(2):81-84 pp
- [11] Hölker, U. and Lenz, J. 2005. Solid-state fermentation—are there any biotechnological advantages?. *Current Opinion in Microbiology*, 8(3):301-306 pp
- [12] Koyani, R.D. and Rajput, K.S. 2015. Solid State Fermentation: Comprehensive Tool for Utilization of Lignocellulosic through Biotechnology. *J Bioprocess Biotech*, 5(258):1-15 pp
- [13] Pandey, A. 1992. Recent process developments in solid-state fermentation. *Process Biochemistry*, 27(2):109-117 pp
- [14] Wang, EQ et al. 2010. Modeling of rotating drum bioreactor for anaerobic solid-state fermentation. *Applied Energy*, 87:2839-2845 pp

Topik : Lain-Lain

OT-5

**Penerapan Model Pembelajaran *Problem Solving*
Terhadap Peningkatan Keterampilan Berpikir Kreatif
Siswa
pada Materi Sistem Gerak pada Manusia
(Kelas VIII SMP PGRI 10 Kota Bandung)**

Siti Romlah¹, M.Muttaqin¹, Milla Listiawati¹

¹*Program Studi Pendidikan Biologi
Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung
Jl. AH. Nasution 105, Bandung 40614*

a)millalistiawati@gmail.com

Abstrak. Studi pendahuluan yang dilakukan di SMP PGRI 10 Kota Bandung, membuktikan bahwa dalam proses pembelajaran siswa cenderung belajar dengan guru yang lebih aktif sehingga siswa kurang kreatif dalam setiap permasalahan dalam materi pembelajaran. Salah satu cara untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa adalah dengan penerapan model pembelajaran *Problem Solving*. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis peningkatan keterampilan berpikir kreatif siswa menggunakan model pembelajaran *Problem Solving* pada materi sistem gerak pada manusia. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Quasi eksperimental Design*. Dengan desain penelitian *Nonequivalent Control Group Design*. Populasi pada penelitian ini adalah seluruh kelas VIII SMP PGRI 10 Kota Bandung tahun ajaran 2015/2016. Teknik sampling pada penelitian ini adalah *Purposive Sampling*, dengan pengambilan dua kelompok atau dua kelas, dengan kelas VIII D sebagai kelas eksperimen dan kelas VIII E sebagai kelas kontrol. Data aktivitas guru dan siswa diambil melalui lembar observasi. Hasil penelitian ini, diperoleh kesimpulan peningkatan keterampilan berpikir kreatif siswa dengan menggunakan model pembelajaran *Problem Solving* (kelas eksperimen) dengan nilai rata-rata N-gain 0,82 dengan kriteria tinggi. Sedangkan pada kelas yang tanpa menggunakan model pembelajaran *Problem Solving* (kelas kontrol) dengan nilai rata-rata N-gain 0,60 dengan kriteria sedang. Pada penerapan model pembelajaran *Problem Solving* memberikan pengaruh positif dan signifikan terhadap peningkatan kemampuan berpikir kreatif siswa pada materi Sistem Gerak pada Manusia dengan hal ini ditunjukkan dengan hasil uji hipotesis $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka H_0 ditolak H_a diterima, diperoleh $t_{hitung} 7,87 > t_{tabel} 1,66$. Maka disimpulkan bahwa penggunaan model pembelajaran *Problem Solving* dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa.

Kata Kunci : *Problem Solving*, Berpikir Kreatif, Sistem Gerak pada Manusia.

Abstract. Preliminary study who is done in SMP PGRI 10 Bandung, proved that in learning process students tend to study with active teacher so the students are less creative in every problem in learning matter. One of ways to improve student creative thinking skills is by applying role learning of problem solving. The objective of this research is analyzing improving student creative thinking skills with role learning of problem solving in the structure of human movement matter. The method used in this research is Quasi

Experimental Design. By research design of Nonequivalent Control Group Design. Population of this research are all class VIII SMP PGRI 10 Bandung in 2015/2016. Sampling technique of this research is Purposive Sampling, by taking two groups or two classes, class VIII D as experiment class and VIII E as Control class. Activity data of teachers and students are taken in observation sheets. The result of this research, is gained conclusion improving student creative thinking skills by using role learning of problem solving (experiment class) with average N-gain 0,82 with high criteria. While, to class without role learning of problem solving (control class) with average N-gain 0,60 with medium criteria. To applying role learning of problem solving gives positive and significant influence to improving student creative thinking skills in the structure of human movement matter, is showed by result hypothesis $t_{hitung} > t_{tabel}$ so H_0 is refused while H_a is accepted, it is gained $t_{hitung} 7,87 > t_{tabel} 1,66$. So, it concluded that used of role learning of problem solving could improve student creative thinking skills.

Key words: Problem Solving, Creative Thinking, The structure of Human Movement.

Pendahuluan

Dalam konteks pembelajaran, sesuai dengan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional disebutkan bahwa pendidikan merupakan usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan oleh dirinya, masyarakat, bangsa, dan Negara.

Hal ini berarti bahwa pendidikan merupakan suatu usaha sadar untuk mengembangkan kepribadian dan kemampuan di dalam dan di luar sekolah yang berlangsung seumur hidup yang mengarah kepada tujuan yang hendak dicapai. Hal ini sesuai dengan firman Allah SWT Al-Qur'an Surat Al-Mujadalah ayat 11:

يَرْفَعُ اللَّهُ الَّذِينَ ءَامَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ....

Artinya :”Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat”(QS.Al-Mujadalah:11).

Belajar merupakan tindakan dan perilaku siswa yang kompleks. Sebagai tindakan, maka belajar hanya dialami oleh siswa sendiri. Siswa adalah penentu terjadinya proses belajar. Proses belajar terjadi berkat siswa memperoleh sesuatu yang ada dilingkungan sekitar [1].

Materi yang akan dijadikan bahan penelitian adalah mengenai materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah materi Sistem Gerak pada Manusia karena materi ini dekat dengan kehidupan sehari-hari sehingga tidak terlalu sulit untuk siswa memahami materi karena bisa langsung diterapkan dalam kehidupan sehari-hari dan disesuaikan dengan model pembelajaran yaitu *Problem Solving*, dimana model ini memberikan kesempatan kepada siswa untuk menggunakan pemikirannya sendiri dan konsep yang didapat hasil penemuannya sendiri selain itu siswa tidak hanya menemukan suatu pemecahan masalah melainkan juga menemukan sesuatu yang baru sehingga siswa tertantang untuk menggunakan pemikiran dan ide-ide kreatif.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam proses belajar, khususnya dalam mewujudkan peningkatan keterampilan berpikir kreatif sehingga siswa lebih kreatif dan imajinatif dalam menghadapi materi yang disampaikan oleh guru khususnya dalam materi Sistem Gerak pada Manusia. Untuk peningkatan kemampuan siswa dalam berpikir kreatif pada proses pembelajaran tersebut menggunakan model pembelajaran *Problem Solving*.

Dari latar belakang di atas dilakukan penelitian tentang ”Penerapan Model Pembelajaran *Problem Solving Terhadap Peningkatan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa pada Materi Sistem Gerak pada Manusia*”

Bahan dan Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Quasi Eksperimental Design*. Dengan desain penelitian *Nonequivalent Control Group Design*. Populasi penelitian ini adalah seluruh siswa kelas VIII D 40 siswa dan kelas VIII E 40 siswa SMP PGRI 10 Kota Bandung semester ganjil tahun ajaran 2015/2016.

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kuantitatif dan kualitatif, yakni data yang berhubungan dengan angka-angka, baik yang diperoleh dari hasil tes, yang dalam hal ini adalah *pretest* dan *posttest* serta dengan mengubah data kualitatif menjadi data kuantitatif.

Hasil

Setelah dilakukan pengolahan data, hasil analisis statistik nilai tes awal (*pretest*), tes akhir (*posttest*), *Gain* dan *N-Gain* yang diperoleh dari siswa kelas yang menggunakan model pembelajaran *Problem Solving* dalam pembelajaran Sistem Gerak pada Manusia dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1 Data Perolehan Rata-Rata *Pretest*, *Posttest*, *Gain* dan *N-Gain* yang Menggunakan Model Pembelajaran *Problem Solving*

Kelompok	Rata-rata Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa			
	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>Gain</i>	<i>N-Gain</i>
Eksperimen	40,95	89,55	48,55	0,82
Kategori	Cukup	Sangat baik	Cukup	Tinggi

Berdasarkan pada tabel 1 dapat dilihat bahwa kelas yang menggunakan model pembelajaran *Problem Solving* memperoleh nilai rata-rata tes awal (*pretest*) 40,95 dan tes akhir (*posttest*) 89,55 dengan kategori sangat baik, *Gain* 48,55 dengan kategori cukup dan *N-Gain* (peningkatan kemampuan berpikir kreatif) 0,82 dengan kategori tinggi.

Tabel 2 Data Perolehan Rata-Rata *Pretest*, *Posttest*, *Gain* dan *N-Gain* yang Tanpa Menggunakan Model Pembelajaran *Problem Solving*

Kelompok	Rata-rata Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa			
	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>Gain</i>	<i>N-Gain</i>
Kontrol	37,00	74,95	37,95	0,60
Kategori	Kurang	Baik	Cukup	Sedang

Berdasarkan pada tabel 2 dapat dilihat bahwa kelas yang tanpa menggunakan model pembelajaran *Problem Solving* memperoleh nilai rata-rata tes awal (*pretest*) 37,00 dan tes akhir (*posttest*) 74,95 dengan kategori kurang baik, *Gain* 37,95 dengan kategori cukup dan *N-Gain* (peningkatan kemampuan berpikir kreatif) 0,60 dengan kategori sedang.

Untuk mengetahui penerapan model pembelajaran *Problem Solving* terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa. Dapat dilihat pada tabel 3 di bawah ini:

Tabel 3. Perbedaan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa

Kelompok	Kemampuan berpikir kreatif siswa				Kategori
	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>Gain</i>	<i>N-Gain</i>	
Kontrol	37,00	74,95	37,95	0,60	Sedang
Eksperimen	40,95	89,55	48,55	0,82	Tinggi

Berdasarkan tabel 3 dapat dilihat bahwa perolehan perhitungan rata-rata kemampuan berpikir kreatif siswa pada pembelajaran yang tanpa menggunakan model pembelajaran *Problem Solving* memperoleh nilai rata-rata tes awal (*pretest*) 37,00, tes akhir (*posttest*) 74,95, *Gain* 37,95 dan *N-Gain* (peningkatan kemampuan berpikir kreatif) 0,60, dengan kategori sedang. Untuk kelas yang menggunakan model pembelajaran *Problem Solving* memperoleh nilai rata-rata tes awal (*pretest*) 40,95, tes akhir (*posttest*) 89,55, *Gain* 48,55 dan *N-Gain* (peningkatan kemampuan berpikir kreatif) 0,82, dengan kategori tinggi.

Tabel 4. Persentase Peningkatan Indikator Kemampuan Berpikir Kreatif dengan Menggunakan Model Pembelajaran *Problem Solving*

Indikator Kemampuan Berpikir Kreatif	Rata-rata <i>Pretest</i> (%)	Rata-rata <i>Posttest</i> (%)	Gain (%)	Urutan Peningkatan
Keterampilan berpikir lancar (<i>fluency</i>) 1, 2, 3	46,67	80,89	34,22	3
Keterampilan berpikir luwes (<i>fleksibility</i>) 4, 5, 6	41,33	78,67	37,34	2
Keterampilan berpikir asli (<i>originality</i>) 7, 8, 9	49,78	79,57	29,79	4
Keterampilan berpikir merinci (<i>elaboration</i>) 10, 11, 12	45,33	91,11	45,78	1

Tabel 5. Persentase Peningkatan Indikator Kemampuan Berpikir Kreatif Tanpa Menggunakan Model Pembelajaran *Problem Solving*

Indikator Kemampuan Berpikir Kreatif	Rata-rata <i>Pretest</i> (%)	Rata-rata <i>Posttest</i> (%)	Gain (%)	Urutan Peningkatan
Keterampilan berpikir lancar (<i>fluency</i>) 1, 2, 3	32,89	63,53	30,64	2
Keterampilan berpikir luwes (<i>fleksibility</i>)	28,89	54,67	25,78	3

4, 5, 6				
Keterampilan berpikir asli (<i>originality</i>)	36,87	53,33	16,46	4
7, 8, 9				
Keterampilan berpikir merinci (<i>elaboration</i>)	35,11	81,78	46,67	1
10, 11, 12				

Tabel 6. Perhitungan Hasil Analisis Uji Normalitas

Data	Kelas					
	Eksperimen			Kontrol		
	χ^2_{hitung}	χ^2_{tabel}	Kategori	χ^2_{hitung}	χ^2_{tabel}	Kategori
<i>Posttest</i>	6,92	7,81	Normal	7,61	7,81	Normal

Berdasarkan tabel 6 di atas hasil analisis uji normalitas menunjukkan uji normalitas pada data *Posttest* kelas eksperimen berdistribusi normal, yaitu $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$, dan *Posttest* kelas kontrol berdistribusi normal $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$. Oleh karena itu, maka selanjutnya dilakukan uji “ T ” untuk ketiga data tersebut.

Tabel 7 Hasil Uji Homogenitas *Posttest* Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

No	Kelas	Sd^2	F_h	F_t	Kesimpulan
1	Eksperimen	38,06	0,38	1,74	Homogen
2	Kontrol	99,48			

Tabel 7 di atas, menunjukkan hasil analisis uji homogenitas bahwa $F_{hitung} < F_{tabel}$ yaitu 0,38 < 1,74 hal tersebut membuktikan bahwa dua kelas adalah homogen.

Tabel 8 Hasil Hipotesis data *Posttest* Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen

No.	T_{hitung}	T_{tabel}	Kesimpulan
1.	7,87	1,66	H_0 ditolak H_a diterima

Berdasarkan hasil analisis pada tabel 8 di atas dapat diketahui data dari nilai hasil analisis statistik menunjukkan bahwa H_0 ditolak dan H_a diterima artinya Penerapan model pembelajaran *Problem Solving* berpengaruh terhadap peningkatan keterampilan berpikir kreatif siswa pada materi Sistem Gerak pada Manusia. Dengan kata lain bahwa model pembelajaran *Problem Solving* berpengaruh positif dan signifikan terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa pada materi Sistem Gerak pada Manusia.

Tabel 9 Rekapitulasi Rata-Rata Presentase Tanggapan Siswa Per Aspek Kelas Eksperimen

No.	Aspek	SS (%)	S (%)	KS (%)	TS (%)	STS (%)
1.	Apersepsi	9,2	8,2	7,8	11	3,4
2.	Model pembelajaran <i>Problem Solving</i>	4,8	4,2	16,6	7,8	6,6
3.	Penugasan	9,2	13,8	16,2	4,4	16,4
4.	Aktivitas	15,8	9,6	4,2	12,5	7,8
5.	Evaluasi	6,6	9,2	9,8	9	5,4
Rata-rata		9,12	9	10,92	8,94	7,92

Tabel 10 Rata-Rata Skor Jawaban Per Item dan Per AspekTanggapan Siswa Menggunakan Model *Problem Solving*

Aspek	Aspek	
	Rata-rata	Kualifikasi
Apersepsi	3,92	Tinggi
Model pembelajaran <i>Problem Solving</i>	4,00	Tinggi
Penugasan	3,80	Tinggi
Aktivitas	4,72	Tinggi
Evaluasi	4,61	Tinggi
Rata-rata	4,21	Tinggi

Tabel 11 Rekapitulasi Rata-Rata Persentase Tanggapan SiswaPer Aspek Tanpa Menggunakan Model *Problem Solving*

No.	Aspek	SS (%)	S (%)	KS (%)	TS (%)	TS (%)
1.	Apersepsi	9,6	7,2	15,8	3,8	2,6
2.	Tanpa Model pembelajaran <i>Problem Solving</i>	9,2	6,8	10,8	3,4	6
3.	Penugasan	9,2	3,8	9,8	4,4	6,4
4.	Aktivitas	6	9,6	4,2	12,5	7,8
5.	Evaluasi	6,6	9,2	9,8	9	5,4
	Rata-rata	8,12	7,32	10	6,62	5,64

Tabel 12 Rata-Rata Skor Jawaban Per Item dan Per AspekTanggapan Siswa tanpa Menggunakan Model *Problem Solving*

Aspek	Aspek	
	Rata-rata	Kualifikasi
Apersepsi	3,25	Sedang
Tanpa Model pembelajaran <i>Problem Solving</i>	3,72	Tinggi
Penugasan	2,90	Sedang
Aktivitas	4,01	Tinggi
Evaluasi	3,12	Sedang
Rata-rata	3,4	Sedang

Tabel 13Data Hasil Analisis Lembar Observasi Guru yang Menggunakan Model Pembelajaran *Problem Solving*

Pertemuan	P ₁	Interpretasi	P ₂	Interpretasi	P ₃	Interpretasi	Rata-rata	Interpretasi
Observer	(%)		(%)		(%)			
O ₁	94	Cukup baik	88,90	Cukup	100	Baik	94,30	Baik

Tabel 14 Data Hasil Analisis Lembar Observasi Siswa yang Menggunakan Model Pembelajaran *Problem Solving*

Pertemuan	P ₁ (%)	Interpretasi	P ₂	Interpretasi	P ₃	Interpretasi	Rata-rata	Interpretasi
Observer			(%)		(%)			
O ₂	82,35	Cukup	93,75	Cukup baik	94,11	Cukup baik	90,07	Baik

Keterangan:

P₁ = Pertemuan 1
P₂ = Pertemuan 2
P₃ = Pertemuan 3

O₁ = Observer guru
O₂ = Observer siswa

Berdasarkan tabel di atas, maka persentase rata-rata keseluruhan keterlaksanaan proses pembelajaran biologi pada materi Sistem Gerak pada Manusia pada kelas yang menggunakan model pembelajaran *Problem Solving* untuk aktivitas guru sebesar 100% dan aktivitas siswa sebesar 93,75%. Nilai ini berada pada rentang (90-100%), menurut Slameto [2] dapat diinterpretasikan bahwa keterlaksanaan proses pembelajaran biologi pada materi Sistem Gerak pada Manusia tergolong kategori baik.

Tabel 15 Data Hasil Analisis Lembar Observasi Guru Tanpa Menggunakan Model *Problem Solving*

Pertemuan	P ₁ (%)	Interpretasi	P ₂ (%)	Interpretasi	P ₃ (%)	Interpretasi	Rata-rata	Interpretasi
Observer								
	83,33	Cukup	94	Cukup baik	100	Baik	92,44	Baik

Tabel 16 Data Hasil Analisis Lembar Observasi Siswa Tanpa Menggunakan Model *Problem Solving*

Pertemuan	P ₁ (%)	Interpretasi	P ₂ (%)	Interpretasi	P ₃ (%)	Interpretasi	Rata-rata	Interpretasi
Observer								
O ₂	70,58	Kurang	81,25	Cukup	75	Cukup	75,61	Cukup

Keterangan:

P₁ = Pertemuan 1

P₂ = Pertemuan 2

P₃ = Pertemuan 3

O₁ = Observer guru

O₂ = Observer siswa

Berdasarkan tabel di atas, maka persentase rata-rata keseluruhan keterlaksanaan proses pembelajaran biologi pada materi Sistem Gerak pada Manusia pada kelas yang kelas kontrol untuk aktivitas guru sebesar 100% sedangkan aktivitas siswa sebesar 81,25%. Nilai ini berada pada rentang (80-100%), menurut Slameto [2] dapat diinterpretasikan bahwa keterlaksanaan proses pembelajaran biologi pada materi Sistem Gerak pada Manusia tergolong kategori cukup baik.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kami haturkan pada pihak sekolah SMP PGRI 10 Bandung yang berkenan membantu memfasilitasi penelitian ini dilakukan dan kepada semua pihak yang mendukung secara moril.

Daftar Pustaka

- [1] Dimiyati dan Moedjiono. 2010. *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta : Rineka Cipta.
- [2] Slameto. 1999. *Evaluasi Pendidikan*. Jakarta : PT Bumi Aksara.

OT-8

Kondisi Lingkungan Sekolah Yang Ideal Untuk Menumbuhkan Kecerdasan Ekologis Sebagai Modal Menghadapi MEA

Revi Mainaki

Mahasiswa Program Studi Magister (S2) Pendidikan Geografi, Sekolah Pascasarjana, Universitas Pendidikan Indonesia

revim63@yahoo.com

Abstrak. Indonesia yang terletak diantara Benua Asia dan Australia, Samudra Pasifik dan Hindia, beriklim tropis serta merupakan negara kepulauan terbesar didunia. Menjadikannya sebagai negara dengan tingkat keanekaragaman hayati terbesar kedua setelah Brazil. Hal ini menjadi sebuah modal berharga jika disadari oleh masyarakat, terutama untuk menghadapi masyarakat ekonomi negara-negara di Asia Tenggara. Namun sayangnya tingkat keanekaragaman hayati ini kurang disadari oleh masyarakat terutama para remaja sebagai penerus generasi bangsa. Hal ini berkaitan dengan kecerdasan manusia yakni kecerdasan ekologis. Merupakan kecerdasan manusia memahami kondisi lingkungannya yang akan menumbuhkan kesadaran untuk menjaga, melestarikan, mengeksplorasi dan memanfaatkan keanekaragaman hayati. Faktor lokasi sekolah dapat membantu memunculkan kecerdasan ini. Menggunakan metode kajian pustaka, yakni mengumpulkan berbagai referensi, teori dan penelitian lain yang relevan untuk menjawab pertanyaan penelitian. Sekolah harus terletak pada lokasi dengan tingkat polusi udara rendah, kebisingan rendah, pencahayaan yang cukup dan aspek lainnya dapat membantu menumbuhkan kecerdasan ini, berbanding lurus dengan beberapa aliran filsafat pendidikan. Selain itu peran guru penting memberikan penguatan terhadap perilaku yang dilakukan untuk mengembangkan kecerdasan ini. Tumbuhnya kecerdasan ini dengan baik akan memicu masyarakat sadar akan potensi keanekaragaman hayati Indonesia, sehingga tidak ada lagi kasus keanekaragaman hayati yang merupakan bagian dari sumberdaya dipegang oleh pihak asing.

Kata kunci: MEA, Kecerdasan Ekologis, Letak Sekolah

Abstract. Indonesia is located between Asia and Australia Continent, the Pacific and Indian Oceans, tropical climate and is the largest archipelago in the world. Make it as countries with high biodiversity after Brazil's second largest. It is becoming a valuable asset if recognized by the public, especially to face the public economies in Southeast Asia. Unfortunately, the level of biodiversity have not been realized by especially young people as the successor generation of the nation. This relates namely intelligence with human intelligence ecologically. A human intelligence understand the environmental conditions that will foster the awareness to keep, preserve, explore and exploit biodiversity. School location factors can help bring this intelligence. Using the methods of literature review, namely collect a variety of references, theories and other relevant studies to answer research question. school must be located in a location with low air pollution levels, low noise, sufficient lighting and other aspects of intelligence can help foster these proportional to some schools of philosophy of education. In addition to the

important role of teachers to provide reinforcement to behavior towards development This intelligence. The growth of this intelligence is well aware of the public will trigger Indonesian biodiversity potential so that there is no longer a case of biodiversity which is part of the resources held by foreigners.

Keywords: MEA, Ecological Intelligence, School Location

Pendahuluan

Latar Belakang

Pada hakekatnya kondisi ekologi berjuta tahun lalu dan saat ini sangat berbeda jauh, perbedaan tersebut kemudian mempengaruhi kondisi makhluk hidup agar dapat menyesuaikan diri. Diungkapkan T Solbrig dan J Solbrig [1] (1979: 428) "Looking at environments fluctuations in terms of space and time, one can observe a veritable crazy quilt of ever changing conditions. At each point existing organisms reflect in their genetic constitution and morphological makeup their adapttion to the then present environmental conditions..." manusia harus dapat menyesuaikan diri dengan berbagai perubahan, sehingga tetap bertahan sebagai bagian dari lingkungan. Perubahan yang berkembang bukan hanya kondisi lingkungan biotik, melainkan ke arah yang lebih kompleks, yakni perubahan di bidang sosial ekonomi, dampaknya pada peningkatan daya saing untuk bertahan hidup.

Indonesia terletak diantara Benua Asia dan Australia, Samudra Pasifik dan Hindia dan secara astronomis beriklim tropis yang dipengaruhi oleh angin muson sehingga memiliki dua musim, menyebabkan Indonesia memiliki keanekaragaman hayati terbesar kedua di dunia setelah Brazil. Keanekaragaman tersebut salah satu contohnya adalah sumberdaya hutan yang menghasilkan kayu maupun non kayu sebagai komoditas yang khas. Sumberdaya hutan sangat penting bagi suatu negara salah satunya untuk meningkatkan perekonomian, seperti Kigomo[2] (2007: 1) yang menyatakan "during the last century, forests were mainly assessed in terms of the commercial value of timber. Rarely were other forest components considered to be of major economic importance" Tentu saja selain hutan juga banyak sumberdaya lain yang ada di Indonesia dan perlu dijaga kelestariannya.

Salah satu upaya untuk dapat melestarikan, menjaga dan memanfaatkan sumberdaya alam atau keanekaragaman hayati Indonesia adalah melalui penumbuhan kesadaran masyarakat. Kesadaran akan kondisi lingkungan atau ekologi sekitarnya dikenal dengan istilah "Kecerdasan Ekologis". Kecerdasan ekologis adalah sebuah pemahaman mengenai kondisi ekologi sekitarnya yang diimplikasikan dalam perbuatan, diungkapkan Bower[3] (2010: 24) "Ecological intelligence is what many indigenous cultures rely upon in order to adapt their cultural practices to the cycles of renewal in their bioregions.. to how an individual's actions introduce changes in the energy flows and alter the patterns of interdependence within natural systems" setiap tindakan dari individu yang memiliki kecerdasan ekologis akan sangat memperhitungkan dampak dan resikonya terhadap lingkungan. Pemikirannya akan selalu terpusat pada lingkungan, bahkan lebih luas lagi menyadari kondisi lingkungan sebagai sebuah sumberdaya yang dapat dimanfaatkan dengan tindakan kreatif dan inovatif. Penumbuhan kecerdasan ekologis dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya melalui pendidikan.

Ketika bicara mengenai pendidikan, kita tidak akan lepas dengan apa yang namanya pembelajaran, yakni kegiatan interaksi peserta didik dengan segala sesuatu yang ada di dalam kegiatan tersebut, sehingga menghasilkan pengetahuan baru bagi peserta didik. Sementara menurut undang-undang nomor 20 tahun 2003 pasal 1 adalah usaha untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mampu mengembangkan potensi dirinya berupa nilai-nilai positif yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa dan negara. Pengertian tersebut berbanding lurus dengan cita-cita bangsa Indonesia dalam Undang-undang Dasar 1945 alinea ke-empat yakni mencerdaskan kehidupan bangsa, artinya pendidikan berfungsi mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa (UU No 20 Tahun 2003 Pasal 3).

Menurut undang-undang sistem pendidikan nasional pendidikan memiliki tujuan mengembangkan kebudayaan dan karakter bangsa sementara menurut Sukmadinata[6] (2011: 24) menyatakan bahwa pendidikan memiliki makna pengembangan (1) kepribadian (2) bermasyarakat (3) kemampuan melanjutkan studi (4) pengembangan kesiapan dan kecakapan untuk bekerja. Pendidikan seperti apa yang dapat menumbuhkan kecerdasan ekologis? Tentunya adalah pendidikan berkualitas, yakni pendidikan yang terdiri atas berbagai komponen tertentu yang dianggap dapat memfasilitasi dan membantu manusia mencapai tujuan. Diungkapkan oleh Ningrum[4] (2009: 2) pendidikan berkualitas meliputi berbagai komponen yang terintegrasi diantaranya sumber daya manusia, dana, sarana, prasarana dan kebijakan. Komponen lain dalam pendidikan berkualitas adalah kondisi lingkungan lembaga pendidikan itu sendiri, tempat berlangsungnya kegiatan pembelajaran.

Karena pada hakekatnya kecerdasan ekologis merupakan sebuah konsep yang sebaiknya tertanam dari sebuah kondisi yang dialami. Diungkapkan Walford[7] (1997: 18) menyatakan “A previous influential revolution in school... Had helped to explore spatial pattern and to emphasize similarities rather than differences in geographical studies, but it had led almost to the dismissal of place but it had led almost to the dismissal of place a significant factor”.

Salah satu aliran dalam filsafat pendidikan yakni materialisme yang berakar dari pemikiran bahwa manusia merupakan bagian dari lingkungan akan mendapatkan hasil pembelajaran yang eksplisit ketika memang lingkungan yang ada disekitarnya mendapatkan kontrol tertentu, dikemukakan Rosenberg[8] (2005: 9-10) “the attempt to extend deterministic physical theory from observable phenomena to unobservable processes..” bahwa segala sesuatu berawal dari fenomena fisikal yang dapat diobservasi, kemudian hasil dari observasi tersebut menghasilkan sebuah kesimpulan yang menjadi solusi dari permasalahan terkait, maka peserta didik harus merasakan observasi langsung agar hasil pembelajaran dapat lebih optimal.

Peserta didik yang setiap hari dikondisikan melihat lingkungan sekolah yang relatif ideal, akan muncul observasi tidak langsung, ketika melihat kondisi lingkungan diluar yang biasa dilihatnya ini akan menyebabkan sebuah kesenjangan dalam pemikiran yang mendorong timbulnya motivasi atau dorongan untuk memperbaiki kesenjangan tersebut atau menjaga lingkungan sekitarnya sesuai dengan yang biasa dilihatnya disekitar sekolah, secara tidak langsung muncul sebuah kesadaran akan pentingnya sebuah keseimbangan ekologis dan ekologis sebagai bagian dari sumberdaya yang dapat dimanfaatkan.

Kemudian filsafat realisme seperti diungkapkan dalam Supriatna[9] (2013: 17) beranggapan bahwa segala sesuatu berawal dari hal yang bersifat realistik atau nyata dan dialami secara langsung, artinya jika kita ingin menanamkan kecerdasan ekologis maka peserta didik tentunya harus mengetahui dan memahami terlebih dahulu konsep dasar dan pentingnya kondisi ekologis.

Sehingga untuk kegiatan pembelajaran diperlukan bukan hanya sekedar kompetensi guru semata, melainkan lingkungan pembelajaran yang akan membuat pembelajaran menjadi lebih bermakna seperti diungkapkan oleh Calder dan Smith[10] (1993: 21 dalam Tilbury 1997: 105) menyatakan ‘...teachers must do far more than just teach.. we must find ways to change hearts and minds... teachers hold the responsibility for educating their participants to work for future change that will create a better world for all’. Tidak harus terbatas sebagai tugas dari guru saja kecerdasan ekologis harus ditanamkan dari jiwa peserta didik, ahli lingkungan, dinas terkait, organisasi lingkungan juga memiliki peran yang sama dalam upaya menumbuhkan kecerdasan ekologis.

Demikian dapat disimpulkan bahwa peran kecerdasan ekologis yang akan menyadarkan betapa pentingnya menjaga kondisi ekologis dan menyadari bagaimana ekologis yang ada disekitarnya sebagai sumberdaya yang dapat dimanfaatkan dengan kreativitas, sehingga muncul dorongan dan jiwa untuk memanfaatkan, melestarikan dan menjaga lingkungan tetap terjaga ditengah gencarnya pembangunan berbagai industri dapat ditumbuhkan melalui lembaga pendidikan (sekolah) yang kondisi lingkungannya relatif ideal. Maka dengan latar belakang yang telah dipaparkan penulis berkesimpulan untuk mengambil judul kajian “Letak Sekolah

yang Ideal untuk Menumbuhkan Kecerdasan Ekologis sebagai Modal dalam Pembangunan Berkelanjutan untuk Menghadapi MEA”.

Rumusan Masalah

Untuk membatasi kajian dan menghasilkan sebuah ide spesifik berakar dari permasalahan yang sebelumnya telah dipaparkan, maka digunakanlah rumusan masalah yakni (1) Apa itu kecerdasan ekologis sehingga dapat menjadi modal awal dalam menghadapi masyarakat ekonomi ASEAN (MEA)? dan (2) Bagaimanakah letak sekolah yang ideal sehingga dapat menumbuhkan kecerdasan ekologis bagi peserta didik dan menjadi modal awal menghadapi masyarakat ekonomi ASEAN (MEA)?

Tujuan Penulisan

Adapun tujuan dari penulisan makalah ini sesuai dengan jawaban dari rumusan masalah yakni (1) Menganalisis dan mendeskripsikan kecerdasan ekologis yang dapat menjadi modal awal dalam menghadapi masyarakat ekonomi ASEAN (MEA) dan (2) Menganalisis dan mendeskripsikan letak sekolah yang ideal sehingga dapat menumbuhkan kecerdasan ekologis bagi peserta didik dan menjadi modal awal menghadapi masyarakat ekonomi ASEAN (MEA).

Manfaat yang Diharapkan

Dalam penulisannya makalah ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap berbagai pihak, diantaranya (1) Bagi penulis dan pembaca pada umumnya menambah wawasan dan pengetahuan dibidang ekologi yang berintegrasi dengan bidang pendidikan; (2) Bagi instansi penentu kebijakan makalah ini dapat menjadi bahan masukan dalam menentukan kebijakan terkait; (3) Bagi lembaga pendidikan sebagai bahan masukan dalam menentukan lokasi yang ideal membangun tempat belajar mengajar dan (4) Bagi peneliti berikutnya sebagai bahan masukan awal, penulisan untuk dikembangkan lebih lanjut.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam kajian ini adalah studi pustaka yakni mengkaji sebuah permasalahan yang dikaitkan dengan berbagai teori relevan yang terdapat pada referensi ilmiah berupa jurnal, buku, media cetak dan elektronik. Sehingga dalam kajiannya relatif bersifat general dengan analisis yang terbatas pada fakta dan teori yang dikaji.

Hasil dan Pembahasan

1. Kecerdasan Ekologis Sebagai Modal Menghadapi MEA

a. Beberapa Kecerdasan Manusia dan Konsep Kecerdasan Ekologis

Kusmayadi[11] (2010: 5-25) memaparkan bahwa setiap peserta didik memiliki kecerdasan yang berbeda beda, terdapat delapan kecerdasan yang meliputi kecerdasan linguistik, logika matematika, visual spasial, musik, kinestetik, interpersonal, intrapersonal, lingkungan dan spiritual. Tentunya setiap kecerdasan menjadi modal menghadapi masyarakat ekonomi ASEAN, kecerdasan ekologis merupakan bagian dari kecerdasan lingkungan, seperti dipaparkan Kusmayadi[11] (2010: 5-25) kecerdasan lingkungan merupakan kemampuan dalam memahami kondisi lingkungan baik biotik dan abiotik, tetapi kecerdasan ekologis tidak hanya memahami saja melainkan juga menerapkan apa yang difahaminya. Kecerdasan lingkungan berawal dari kecerdasan kognitif peserta didik dan berkorelasi dengan sikap empati, menimbulkan sebuah sikap sadar lingkungan yang merupakan dampak pengiring.

Hal ini seperti dikemukakan oleh Appukuntan[12] (2013: 1) “Ecological intelligence was coined as the interconnections between actions taken by consumers and its hidden impact on planet earth and the well-being of its inhabitants” yang bermakna bahwa kecerdasan ekologis berkorelasi dengan aksi manusia itu sendiri terhadap dampak tersembunyi kepada planet bumi, sehingga sebaiknya ini menjadi sebuah kebiasaan positif agar dampak tersembunyi yang

muncul, cenderung ke-arrah positif. Indikator keberhasilan dari kecerdasan ekologis seperti dipaparkan oleh Goleman yang kemudian menjadi resensi buku oleh Appukuntan[12] (2013: 2 dengan pengembangan) terdapat tiga proses utama yang meliputi:

- 1) Know the impact we cause (tahu bagaimana dampak lingkungan). Orang yang memiliki kecerdasan ekologis tentunya memahami bagaimana proses ekologis yang tercermin dari tindakannya, terbagi dalam 3 klasifikasi yaitu memahami dampak geosfer, biosfer dan sosial.
 - a) Geosphere (dampak keruangan). Geosfer merupakan kondisi ruang dipermukaan bumi yang terdiri atas lapisan kerak bumi (litosfer) lapisan udara (atmosfer), lapisan air (hidrosfer), lapisan hewan serta tumbuhan (biosfer) dan lapisan manusia (antroposfer) yang antara satu sama lain saling terkait. Memiliki kecerdasan ekologis berarti memahami dampak secara keruangan, dampaknya dirasakan pada setiap lapisan namun tetap terintegrasi.
 - b) Biosphere (dampak lingkungan). Biosfer merupakan aspek lingkungan yang terdiri atas aspek hidup (biotik) meliputi hewan, tumbuhan, manusia dan aspek tidak hidup (abiotik) meliputi tanah, air, udara, cahaya matahari dan sebagainya. Kedua aspek tersebut satu sama lain saling terintegrasi dan menjadi sebuah interdependensi yang tidak dapat dipisahkan, ketika manusia melakukan aktivitas yang berdampak negatif pada salah satu aspek saja maka keduanya juga akan terkena dampak yang sama, karena merupakan satu kesatuan.
 - c) Socio-sphere (dampak sosial). Aspek sosial kadangkala sulit didefinisikan, karena merupakan hubungan yang unik antar manusia. Memahami dampak sosial berarti memahami perilaku bagaimana dampaknya terhadap hubungan antar manusia. Pada dasarnya aspek ini juga penting karena pembangunan ditujukan untuk mensejahterakan manusia, bukan sebaliknya.
- 2) Favour improvements (berpihak pada nilai positif). Bermakna bahwa perilaku selalu berpihak kearah positif bagi lingkungan, ini memunculkan jiwa idealisme yang berlandaskan pada pemikiran dengan berbagai aspek lingkungan.
- 3) Share the new knowledge with others (menularkan pemahaman). Selain memahami dan berperilaku yang dilandasi atas pemahaman dari konsep ekologis disekitarnya orang yang memahami ini juga akan berusaha menularkan pemahamannya terhadap orang lain, dimulai dari pemahaman disekolah kepada peserta didik kemudian ditularkan kepada keluarganya yang terus akan beregenerasi serta menjadi sebuah dampak positif bagi lingkungan.

b. Pentingnya Kecerdasan Ekologis Sebagai Modal Menghadapi MEA

Masyarakat ekonomi ASEAN atau yang biasa lazim disebut dengan MEA, merupakan bagian dari program negara di Asia Tenggara untuk mempercepat kemajuan diberbagai bidang, dengan mempermudah birokrasi antar negara di Asia Tenggara. Pembangunan dalam berbagai bidang tanpa memperhatikan aspek lingkungan justru akan menimbulkan masalah baru bagi negara-negara ASEAN, sehingga kecerdasan ekologis diperlukan terutama untuk generasi penerus. Maka kecerdasan ekologi memiliki peran penting dan menjadi modal dalam menghadapi MEA seperti penjelasan sebelumnya tentang konsep kecerdasan ekologis, peran tersebut diantaranya:

- 1) Kecerdasan ekologis membuat manusia memahami siklus lingkungan sehingga perilakunya akan selalu cenderung memikirkan dampaknya, MEA yang sarat akan pembangunan diberbagai sektor jika dalam pembangunannya tidak dibarengi dengan kecerdasan ekologi justru akan menimbulkan masalah baru terkait dengan kondisi lingkungan.
- 2) Manusia yang memiliki kecerdasan ekologis akan menularkan semangatnya untuk menjaga lingkungan kepada orang lain, ketika pemegang kebijakan terutama terkait dengan MEA akan cenderung lebih bijaksana karena memikirkan bagaimana sebab akibat dari kebijakannya terhadap lingkungan.

- 3) Kecerdasan ekologis juga menyoroti dampak sosial, kebijakan yang diambil juga akan memperhatikan kepentingan sosial. Tidak ada lagi buruh yang protes karena upah rendah terutama dalam menghadapi MEA, buruh dituntut bekerja maksimal dengan upah minim diharapkan tidak terjadi kembali.
- 4) Memahami kondisi ekologis berarti memahaminya sebagai sumberdaya alam yang dapat dimanfaatkan, muncul kesadaran untuk memanfaatkan sumberdaya sebagai potensi belum termanfaatkan, kesadaran ini penting agar berbagai sumberdaya milik bangsa Indonesia tidak ada lagi yang jatuh ke pihak asing.
- 5) Munculnya kesadaran mengenai sumberdaya memunculkan rasa memiliki. Inilah yang menjadi salah satu pemicu munculnya jiwa nasionalisme, sehingga sumberdaya alam akan dijaga, dimanfaatkan dan dilestarikan mengingat eksploitasi sumberdaya alam akan sangat berlebih ketika menghadapi MEA.
- 6) Kecerdasan ekologis akan memicu manusia untuk tidak mengeksploitasi sumberdaya alam secara berlebihan, eksploitasi akan berlandaskan pada asas kecukupan dalam memenuhi kebutuhan karena kemajuan tidak hanya diukur dari seberapa besar pendapatan masyarakatnya, tetapi seberapa besar masyarakatnya dapat merasakan kesejahteraan dan kesejahteraan tidak muncul dari sifat serakah melainkan sikap bersyukur.
- 7) Kesadaran untuk memanfaatkan sumberdaya alam yang merupakan bagian dari ekologis akan memicu munculnya jiwa kreativitas, hal yang juga penting dalam menghadapi MEA.
- 8) Sadar akan kondisi ekologis akan memicu motivasi untuk melakukan eksplorasi terhadap kondisi keanekaragaman hayati yang ada disekitarnya.

Itulah beberapa alasan mengapa kecerdasan ekologis dapat menjadi modal untuk menghadapi MEA 2016, beberapa alasan dapat disimpulkan setelah memahami konsep dari kecerdasan ekologis.

2. Lingkungan Sekolah yang Ideal Untuk Menumbuhkan Kecerdasan Ekologis

a. Letak Sekolah yang Ideal

Aturan tentang letak sekolah di Indonesia tertuang dalam undang-undang nomor 24 tahun 2007, dalam lampirannya bawah sekolah harus terhindar dari berbagai gangguan yang meliputi:

- 1) Pencemaran air, sesuai dengan PP RI No. 20 Tahun 1990 tentang Pengendalian Pencemaran Air.
- 2) Kebisingan, sesuai dengan Kepmen Negara KLH nomor 94/MENKLH/1992 tentang Baku Mutu Kebisingan.
- 3) Pencemaran udara, sesuai dengan Kepmen Negara KLH Nomor 02/MENKLH/1988 tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Lingkungan.

Tiga hal tersebut merupakan aspek abiotik yang meliputi air, kebisingan dan udara. Aturan tersebut tentunya dibuat juga bukan tanpa dasar melainkan untuk membuat pembelajaran lebih efektif seperti dalam undang-undang nomor 36 tahun 2009 pasal 79 ditegaskan bahwa "kesehatan sekolah" diselenggarakan untuk meningkatkan kemampuan hidup sehat peserta didik dalam lingkungan hidup sehat sehingga peserta didik dapat belajar, tumbuh dan berkembang secara harmonis dan setinggi-tingginya sehingga diharapkan dapat menjadi sumber daya manusia yang berkualitas.

Hal ini juga berbanding lurus dengan penelitian Korir dan Kipkemboi[13] (2014) "Student's academic success is greatly influenced by the type of school they attend. School factors include school structure, school composition and school climate" yang bermakna bahwa lingkungan sekolah sangat memberikan pengaruh untuk membuat pembelajaran menjadi lebih bermakna dengan demikian beberapa hal harus diperhatikan yang tentunya menyangkut letak sekolah. Hinggin[14] et al (2005: 16-22) memaparkan lingkungan sekolah yang menjadi parameter kesesuaian letak sekolah ditinjau dari aspek abiotiknya sebagai berikut:

1) Temperature and air quality (temperatur dan kualitas udara).

Temperatur udara memang sangat tergantung pada tempat, namun hal ini sudah dapat diatasi dengan penggunaan Air Conditioner (AC), namun tentu tidak semua sekolah menggunakannya karena beberapa pertimbangan. Hal yang perlu diperhatikan adalah bagaimana udara dapat nyaman dalam arti peserta didik tidak kedinginan atau kepanasan, ini berkorelasi pula dengan kualitas udara karena dalam udara terdapat kandungan tertentu yang juga mempengaruhi temperaturnya. Hasil penelitian Gorai et al[16] (2014) tingkat polusi udara tinggi < 50 meter dari sumber polusi, > 100 rendah, 50-100 meter sedang. Sehingga letak sekolah sebaiknya > 100 dari sumber polusi.

Diungkapkan Smedje and Norback[15] (2001) “argue that since irritants and allergens collect in dust, it might be advisable to avoid particular sorts of ‘fleecy’ furnishings and open shelving and to increase the frequency of cleaning” bermakna bahwa kualitas udara dapat memberikan kontribusi terhadap iritasi, sehingga sekolah letaknya harus jauh dari sumber polusi udara.

2) Noise (kebisingan).

LouAnne Johnson[17] (2009) pada bab 3 memaparkan bahwa kondisi ruangan yang berisik akan sangat mengganggu proses pembelajaran dan untuk dapat mengakalinya guru dapat memutar jenis musik klasik yang lembut yang di desain khusus untuk meditasi. Karena penelitian menunjukkan bahwa musik klasik dapat meningkatkan IQ dan musik keras dapat menurunkan IQ. Musik lembut seperti jazz dan musik yang keras seperti rock. Sebaiknya guru mengakali kondisi ruangan berisik dengan musik klasik sebelum pembelajaran dimulai. Berdasar pada penelitian Cook et al[18] (2011: 3) pada jarak >100 meter sumber kebisingan relatif dapat terminimalisir, < 50 meter dari sumber kebisingan sangat rentan gangguan suara.

3) Lighting (pencahayaan)

Pencahayaan juga merupakan aspek yang penting dalam proses pembelajaran, selain dari instalasi pencahayaan dari ruangan kelas Wurtman[18] (1975) memaparkan bahwa pencahayaan berpengaruh terhadap kondisi biologis manusia, tentunya pencahayaan dari alat dan cahaya matahari memberikan efek yang berbeda. Manusia cenderung lebih berkonsentrasi ketika mendapatkan pencahayaan dari cahaya matahari dibandingkan dengan alat tertentu, namun pencahayaan tersebut juga tidak boleh mengganggu pandangan saat proses pembelajaran (Hinggin et al, 2005: 16-20)[14].

Pencahayaan sebaiknya berasal dari cahaya matahari yang dihablurkan sehingga spektrumnya juga tidak mengganggu penglihatan saat kegiatan pembelajaran. Letak sekolah sebaiknya cahaya matahari yang masuk tidak terhalangi, seperti oleh gedung tinggi.

4) Colour (warna)

Warna yang terlihat oleh mata dapat dipersepsikan oleh otak sehingga berdampak pada mental dan level energi dari manusia (Hinggin et al, 2005: 16-21)[14]. Terlalu banyak warna, warna yang kontras tidak ada gradasi memicu mata melihat terlalu banyak kontras perbedaan warna yang membuat otak bekerja ekstra sehingga lebih menguras energi dan terkesan cape, terlalu sedikit warna juga membuat mata melihat hal yang sama sehingga otak bekerja relatif lebih sedikit sehingga memicu kantuk dan kebosanan. Sehingga sebaiknya lingkungan sekolah tidak terlalu banyak warna dan juga tidak terlalu sedikit, berada ditengah perkotaan yang banyak objek menjadi contoh banyaknya visualisasi yang mengganggu konsentrasi (Engelbrecht, 2003 dengan pengembangan)[19].

5) Other design issues (faktor lainnya).

Faktor lainnya yang juga tidak kalah penting yang dipaparkan oleh Hinggin et al[14] (2005: 22) adalah desain dari sekolah dapat meminimalisir berbagai gangguan dari dalam sekolah itu sendiri, seperti aktivitas antar kelas yang tidak boleh saling mengganggu, letak sekolah dalam hal ini harus mendukung yakni kondisi morfologi tempat sekolah berada dapat mendukung dan menjadi dasar desain sekolah.

Guru sebagai fasilitator pendidikan juga menjadi faktor penting untuk penguatan (reinforcement) perilaku peserta didik, dimana perilaku menyimpang atau dapat berdampak negatif pada ekologi diberikan punishment dan sebaliknya jika berdampak positif maka diberikan reward.

Tabel 1 Lingkungan sekolah dan pengaruhnya.

	Temperature/ air quality	Noise	Light	Colour	Other school build features
Attainment	Poor internal air quality – low attainment	Reading scores, pre-reading skills, general attainment	Link claimed		Outdoor spaces, pathways; What is 'good enough'?
Engagement	Air conditioning noise may distract	Attention and distraction; Time lost through noise interruption; Internal noise			
Affect		Annoyance; Learned helplessness		Children want colour; High hopes but no coherence	Conflicting evidence on ceiling height
Attendance	Conflicting evidence				
Well-being	Asthma; aller- gens; poor ventilation – build up of pollutants, CO ₂ , etc.	Some suggestion of other physical effects (e.g. raised blood pressure)	Eyestrain, headaches, fatigue; Perhaps weight gain, dental cavities		

Sumber: Hinggin et al, 2005: 16^[14].

b. Hubungan Kondisi Lingkungan Terhadap Kecerdasan Ekologis Sebagai Modal Menghadapi MEA

Pada dasarnya kecerdasan seseorang selain merupakan bawaan dari gen, juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan, dikemukakan oleh L.Green (1980, dalam Diana et al, 2014: 50)^[20]:

- 1) Faktor predisposisi (*Predisposing factor*) merupakan faktor intern dalam diri manusia seperti motivasi, pengetahuan, sikap, persepsi dan sejenisnya.
- 2) Faktor Pemungkin (*Enabling factor*) merupakan faktor yang memberikan kesempatan untuk melakukan sesuatu, seperti tersedianya sarana prasarana.
- 3) Faktor penguat (*Reinforcing factor*) merupakan faktor yang menguatkan perilaku seperti *reward* untuk perilaku positif dan *punishment* untuk perilaku negatif. Agar perilaku positif terus diulang dan perilaku negatif tidak diulang kembali.

Pengetahuan dan kecerdasan yang merupakan bagian dalam pendidikan, dipengaruhi oleh kondisi ekologis juga didukung oleh beberapa aliran filsafat pendidikan yang memaparkan bahwa pembelajaran dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, aliran tersebut diantaranya adalah:

- Filsafat Realisme. Menurut filsafat ini pendidikan dan pengetahuan berdasarkan pada hal-hal yang bersifat realistik, ini bermula dari pemikiran individu manusia yang bersifat bebas serta tidak terbatas yang kemudian dibuktikan dalam realita dengan pengalaman, pengalaman tersebut kemudian berkembang menjadi pengetahuan sains (Supriatna, 2013: 17)^[9]. Melihat kondisi lingkungan yang relatif ideal secara tidak langsung memberikan pengalaman positif yang diharapkan mampu menumbuhkan kecerdasan ekologis yang tentunya juga mendapatkan penguatan dari guru, kecerdasan inilah yang diharapkan mampu menjadi modal dalam menghadapi MEA.
- Filsafat Materialisme. Aliran ini memandang bahwa realita atau kenyataan adalah sebuah materi yang jumlahnya dapat dihitung dan diukur. Sehingga dalam pendidikan sifat dari filsafat ini harus terkontrol, manusia akan mendapatkan hasil implikasi pembelajaran jika mendapatkan kondisi kontrol lingkungan yang disesuaikan dengan tujuan serta indikator yang dapat dicapai, maka manusia akan sangat terikat namun implikasi dari pendidikan ini akan dapat tercapai dengan lebih eksplisit (Rosenberg, 2005: 9-10)^[8]. Kondisi

lingkungan yang dikontrol dan disesuaikan kearah positif juga diharapkan mampu menumbuhkan kecerdasan ekologis untuk menghadapi MEA.

- Filsafat Progresivisme. Menurut filsafat ini bahwa pengetahuan di masa sekarang kebenarannya ini belum tentu, bisa saja kebenaran tersebut akan berubah seiring dengan perkembangan zaman. Untuk itu dalam pendidikan ini yang harus dipelajari adalah strategi-strategi untuk dapat terus meningkatkan diri dan mengetahui perkembangan kebenaran itu sendiri (Dewey dalam Sadulloh, 2009: 142)^[21]. Kondisi lingkungan akan mengalami perubahan seiring dengan perkembangan zaman, membiasakan peserta didik pada kondisi lingkungan sekolah yang ideal berarti menyiapkannya untuk peka terhadap perubahan lingkungan yang berkembang kearah negatif.

Kondisi lingkungan yang mempengaruhi kecerdasan yang diantaranya kecerdasan ekologis juga sejalan dengan pemikiran Gruenert^[22] (2008) yang menyatakan bahwa “*emphasis is also placed on the collective sense of safety and care for the school’s physical environment. A related concept is school culture, which refers to the “unwritten rules and expectations” among the school staff*”. Berdasarkan berbagai pemaparan tersebut sehingga dapat ditarik sebuah kesimpulan bahwa kecerdasan ruang salah satunya dapat ditumbuhkan melalui lingkungan sekolah yang ideal untuk menumbuhkannya.

Daftar Pustaka

- [1] T Solbrig, O dan J Solbrig D. (1979). *Introduction to Population Biology and Evolution*. USA: Addison-Wesley Publishing Company. Inc.
- [2] Kigomo, N.B. (2007). *Guidelines for Growing Bamboo*. Kenya: Kenya Forestry Research Institute (KEFRI).
- [3] Bower. (2010). *The Challenge of Making the Transition from Individual to Ecological Intelligence in an Era of Global Warming*. Prosiding Media Ecology Association. Vol 11, 21-30
- [4] Ningrum, E. (2009). “Pengembangan Sumber Daya Manusia Bidang Pendidikan”. *Jurnal Geografi (GEA) Sumber Daya Manusia Indonesia*. Vol 9, (1), 1-8.
- [6] Sukmadinata, N.S. (2011). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: ROSDA.
- [7] Walfrod, R. (1997). The Great Debate and 1988. Dalam : Tilbury, D dan Williams, M. (Penyunting). *Teaching and Learning Geography* (hlm, 15-23). London : Routledge
- [8] Rosenberg, A. (2005). *Philosophy of Science A Contemporary Introduction Second Edition*. London, UK: Routledge.
- [9] Supriatna, U. (2013). *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Geografi di Kawasan Ekowisata Kampung Batu Malakarsari Sebagai Salah Satu Sumber Belajar Geografi di Kabupaten Bandung*. Bandung : Thesis SPs UPI.
- [10] Tilbury, D. (1997). Environmental Education and Development Education : Teaching Geography for A Sustainable World. Dalam : Tilbury, D dan Williams, M. (Penyunting). *Teaching and Learning Geography* (hlm, 105-116). London : Routledge.
- [11] Kusmayadi, I. (2010). *Kemahiran Interpersonal untuk Guru*. Bandung: PT Pribumi Mekar.
- [12] Akupuntan, S.D. (2010). *Book Review Ecological Intelligence: The Coming Age of Radical Transparency: Goleman2010*. Malaysia: Taylor’s University.
- [13] Korir, K. D dan Kipkemboi, F. (2014). “The Impact of School Environment and Peer Influences on Students’ Academic Performance in Vihiga County, Kenya”. *International Journal of Humanities and Social Science*. Vol 4. No 5 (1).
- [14] Higgins, S; Hall, E; Wall, K; dan Woolner, P. (2005). *The Impact of School Environments: A literature review*. Newcastle: Newcastle University.
- [15] Smedje, G and Norback, D. (2001) Irritants and Allergens at School in Relation to Furnishings and Cleaning, Indoor Air. *International Journal*. Vol 11. Hlm. 127–133.
- [16] Gorai, A.K; Tuluri, F and Tchounwou, P.B. (2014). *A GIS Based Approach for Assessing the Association between Air Pollution and Asthma in New York State, USA*. USA:

- International Journal of Environmental Research and Public Health. Hlm, 4845-4869 . Vol 11.
- [17] Johnson, J. (2009). *Pengajaran yang Kreatif dan Menarik : Cara Membangkitkan Minat Siswa Melalui Pemikiran*. Indonesia: PT Indeks
 - [18] Cook, A.G; deVos, A.J; Pereira, G; Jardine, A dan Weinstein, P. (2011). *Use of a total traffic count metric to investigate the impact of roadways on asthma severity: a case-control study*. Journal Environmental Health. Hlm, 2-8. Vol 10 (1)
 - [19] Engelbrecht, K. (2003). *The Impact of Colour on Learning*. [Online]. Tersedia: <http://www.merchandisemart.com/neocon/NeoConConfPro/W305.pdf>. (diakses Mei 2016)
 - [20] Diana, F.M.; Susanti, F dan Irfan, A. (2013). Pelaksanaanprogramperilakuhidup Bersihdansehat (PUBS) Di SD Negeri 001 Tanjung Balai Karimun. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. Vol. 8 (1). Hlm 46-51.
 - [21] Sadulloh, U. (2009). *Pengantar Filsafat Pendidikan*. Bandung : Alfabeta.
 - [22] Gruenert, S. (2008). *School Climate and School Culture: They are Not the Same Thing Issue of Principal*. [Online]. Tersedia: <http://www.naesp.org>. (Diakses Mei 2016).

OT-1

Analisis Gaya Belajar (*Learning Styles*) Mahasiswa Calon Guru Biologi Semester III Tahun Ajaran 2015/2016

Sri Maryanti^{1,a)}^{a)}*Sri.maryanti@uinsgd.ac.id*

Abstrak. Gaya belajar didefinisikan sebagai kebiasaan dan kecenderungan dalam memperoleh serta memproses berbagai informasi yang diterima oleh pembelajar, hal inilah yang dapat dikatakan bahwa setiap pembelajar memiliki perbedaan gaya belajar (*learning style*). Sebagai mahasiswa calon guru biologi, haruslah mengenal apa dan bagaimana cara mereka menerima, memproses dan memahami sebuah informasi dalam belajarnya. Biologi adalah ilmu yang khas dan unik, maka diperlukan sebuah pendekatan gaya belajar tertentu agar konsep esensial dari biologi ini dapat di pahami betul oleh mahasiswa calon guru biologi. Metode penelitian deskriptif dan bersifat *ex post facto* melalui observasi yang di jaring menggunakan *quisioner*. Objek penelitian yang diambil adalah mahasiswa semester 3 pendidikan biologi UIN sunan Gunung Djati Bandung sebanyak 92 orang. Hasil yang diperoleh mahasiswa calon guru biologi dominan menggunakan *indrawisual* untuk menyerap informasi yang diterimanya dari pada *indra auditory* dan penggunaan *tactile/kinesthetic*. Mahasiswa memiliki keseimbangan memahami lingkungan *extroverted* daripada *introverted*. Mahasiswa lebih dominan menggunakan *random-intuitive* daripada *concrete-sequential*. Mahasiswa lebih dominan menggunakan *closure-oriented* daripada *open*. Mahasiswa hampir sama dominannya menggunakan pemahaman secara khusus daripada Global. Mahasiswa lebih dominan menggunakan *synthesizing* daripada *analytic*. Mahasiswa lebih dominan menggunakan *sharpener* daripada *leveler*. Siswa lebih dominan menggunakan deduktif daripada Induktif. Mahasiswa lebih dominan menggunakan *field-independent* daripada *field-dependent*. Dan Mahasiswa lebih dominan menggunakan *refective* daripada *impulsive*. Mahasiswa Calon Guru Biologi memiliki gaya belajar yang beragam sehingga dengan hasil observasi yang diperoleh dapat menjadi bekal untuk dosen dalam menyusun strategi belajar mengajar.

Kata kunci : gaya belajar (*learning style*), calon guru biologi (*how, what, why*)

Pendahuluan

Setiap anak (pembelajar) atau orang mempunyai cara belajar sendiri. Mereka memiliki perbedaan kekuatan, kebiasaan dan kecenderungan dalam memperoleh serta memproses berbagai informasi yang mereka terima, hal inilah yang dapat dikatakan bahwa setiap pembelajar memiliki perbedaan gaya belajar (*learning style*). Menurut Sadler-Smith (dalam Fleming, 2007; 1) gaya belajar atau *learning style* adalah suatu cara yang khusus dan biasa dilakukan seseorang dalam memperoleh pengetahuan, keterampilan, atau sikap melalui belajar atau pengalaman. Ada pembelajar/anak yang senang belajar membutuhkan suasana yang terang dan tidak mau diganggu suara sedikitpun, tetapi ada juga anak belajar justru harus ditemani sebuah radio atau sambil mendengarkan lagu-lagu. Menurut beberapa penelitian yang telah dilakukan (Mahir, 2010) Ada siswa lebih cenderung belajar dengan informasi konkret (fakta, data penelitian) atau sebaliknya menyukai dengan abstraksi (teori, informasi simbolik, model matematis). Ada juga siswa yang mudah menyerap informasi dengan presentasi visual seperti gambar, diagram, *flowchart*, skema, dan sebaliknya ada siswa yang mudah memperolehnya

melalui penjelasan verbal (lisan). Ada juga siswa yang menyukai belajar dengan mencoba sesuatu lalu melihat dan menganalisis apa yang terjadi, dan sebaliknya ada yang cenderung merefleksikan dulu rencana yang akan dilakukan sehingga perlu pemahaman dahulu terhadap apa yang akan dikerjakannya. Oleh karena itu, pemahaman guru/dosen/pendidik terhadap gaya belajarsiswa sangat penting untuk menentukan strategi atau gaya pengajaran (*teaching style*) yang sesuai dengan gaya belajar siswa (*student learning style*). Hasil beberapa studi menunjukkan bahwa terjadi kenaikan prestasi akademik dan peningkatan sikap pebelajar terhadap lingkungan belajar ketika gaya belajar cocok atau selaras (*matched*) dengan metode dan media pendukung pembelajaran [3].

Terkait dengan hal di atas, permasalahan yang sering terjadi di kelas adalah ketidakcocokan antara gaya mengajar dosen dengan gaya belajar mahasiswa. Ketidakcocokan ini akan berdampak pada mahasiswa yang menjadi merasa tidak nyaman, cenderung bosan, dan kurang perhatian di kelas. Hal ini jika terus berlanjut akan berdampak pada rendahnya hasil belajar mahasiswa. mahasiswa mendapatkan pemahaman salah yang menjadikan tidak senang atau takut dengan materi, dan beberapa kasus mahasiswa dapat menjadi frustrasi karena merasa tidak mampu bahkan sampai *drop-out* dari kampus (Felder & Spurlin, 2005:1). Oleh karena itu, untuk mendapatkan kegiatan pembelajaran yang optimal pendidik perlu menyesuaikan gaya pembelajaran atau strategi (metode, media) dengan gaya belajar mahasiswa. Hal ini tergantung pada proses belajar mengajar.

Pengetahuan tentang gaya belajar dapat membantu pendidik (dosen) untuk menciptakan lingkungan belajar yang bersifat multi-indrawi, yang melayani sebagian mungkin kebutuhan individual setiap mahasiswa. Dengan memanfaatkan konsep keberagaman dan menerima gaya yang berbeda, para guru menjadi lebih efektif dalam menentukan strategi-strategi pengajaran dan siswa akan menjadi pelajar yang lebih percaya diri dan lebih puas dengan kemajuan belajar mereka [5]. Sebagai mahasiswa calon guru biologi, mereka haruslah mengenal apa dan bagaimana cara mereka menerima, memproses dan memahami sebuah informasi dalam belajarnya.. Hal ini tentu saja mensyaratkan calon guru harus memiliki pengalaman dalam konsep biologi dan pendidikan biologi yang memadai. Salah satunya adalah pemahaman mengenai gaya belajar.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas, dan atas dasar pentingnya mengetahui gaya belajar mahasiswa, maka peneliti dalam hal ini merasa tergugah untuk melakukan penelitian dengan judul “ Analisis gaya belajar (*learning styles*) untuk mahasiswa calon guru biologi”.

Metodologi Penelitian

1. Subjek Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada program studi pendidikan biologi UIN Sunan Gunung Djati. Studi ini dilakukan untuk mengetahui dan menganalisis profil gaya belajar mahasiswa calon guru biologi. Mahasiswa calon guru biologi yang dimaksud adalah mahasiswa semester 3 kelas a dan b yang mengontrak mata kuliah belajar dan pembelajaran biologi di fakultas tarbiyah dan keguruan UIN Sunan Gunung Djati Bandung.

a. Teknik Pengumpulan Data

1). Observasi langsung

Melakukan Observasi langsung ke kampus program studi pendidikan biologi FTK UIN Sunan Gunung Djati. Observasi dilakukan pada saat pembelajaran berlangsung di kampus. Observasi ini dilakukan untuk menggali informasi segala hal mengenai gaya belajar mahasiswa calon guru biologi.

2). Angket

Angket yang disebar kepada mahasiswa adalah kuisioner untuk menjangring respon/tanggapan mengenai gaya belajar untuk mahasiswa calon guru biologi. Angket gaya belajar ini dimodifikasi dari pengukuran gaya belajar yang dikembangkan oleh *Andrew D. Cohen, Rebecca I., Oxford dan Julie C. Chi*.

b. Langkah – langkah penelitian

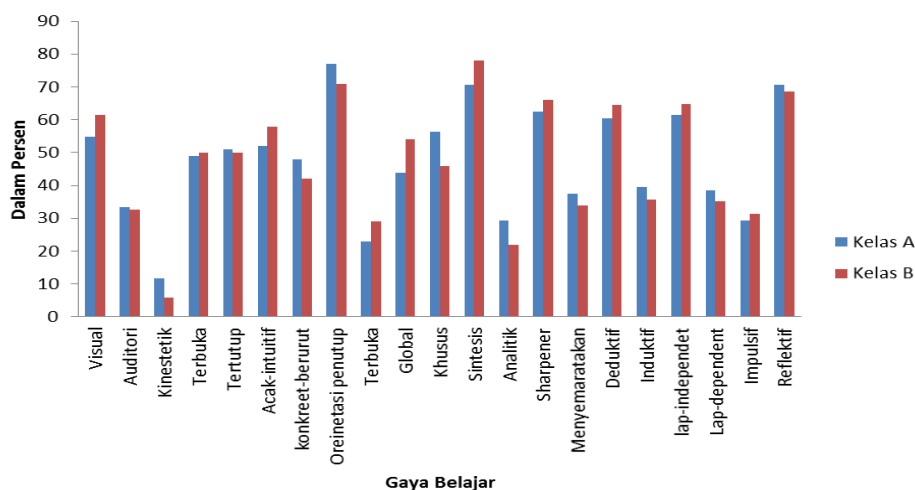
Dalam penelitian ini, langkah-langkah yang dilakukan dapat dibagi menjadi tiga tahap, yaitu tahap pra-penelitian, tahap pelaksanaan, dan tahap pasca penelitian.

Hasil dan Pembahasan

Data hasil penelitian terdiri atas persentase gaya belajar mahasiswa. Data tersebut kemudian dianalisis, direkap dan disajikan, selanjutnya diuraikan untuk menjawab pertanyaan penelitian.

Hasil Gaya Belajar Mahasiswa Calon Guru Biologi FTK UIN Sunan Gunung Djati Bandung

Dari Hasil Pengisian kuisioner mengenai gaya belajar yang dikerjakan Sekitar 92 Mahasiswa Calon guru biologi yang berasal dari tingkat II semester 3 didapatkan hasil sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Gaya Belajar mahasiswa calon guru biologi tingkat II tahun ajaran 2015/2016



Gambar 2. Dokumentasi Penelitian

Pembahasan

Berdasarkan data-data yang diperoleh pada saat penelitian, diketahui bahwa setiap Mahasiswa calon guru biologi memiliki perbedaan gaya belajar. Pada gambar 2 terlihat bahwa mahasiswa calon guru biologi dominan menggunakan indra *visual* untuk menyerap informasi yang diterimanya dari pada indra *auditory* dan penggunaan *tactile/kinesthetic*. Mahasiswa memiliki keseimbangan memahami lingkungan *extroverted* daripada *introverted*. Mahasiswa lebih dominan menggunakan *random-intuitive* daripada *concrete-sequential*. Mahasiswa lebih dominan menggunakan *closure-oriented* daripada *open*. Mahasiswa hampir sama dominannya menggunakan pemahaman secara *khusus* daripada *Global*. Mahasiswa lebih dominan menggunakan *synthesizing* daripada *analytic*. Mahasiswa lebih dominan menggunakan *sharpenner* daripada *leveler*. Siswa lebih dominan menggunakan *deduktif* daripada *Induktif*. Mahasiswa lebih dominan menggunakan *field-independent* daripada *field-dependent*. Dan Mahasiswa lebih dominan menggunakan *refective* daripada *impulsive*

Daftar Pustaka

- [1]
- [2]
- [3] Dunn, Rita & Kenneth Dunn. 1993. *Teaching Secondary Student Through their Individual Learning Style: practical approaches for grade 7-12*. Massachussetts: Allyn and Bacon.
- [4]
- [5] Prashnig, B. 2007. *The Power of Learning Style: Mendongkrak Anak Melejitkan Prestasi dengan Mengenali Gaya Belajarnya*. Bandung: Kaifa.

OT-2

Pengaruh Penggunaan Teknik Pencatatan *Mind Map* Terhadap Retensi Siswa Pada Materi Ekosistem

Neneng Hani Anisah^{1a}, Sumiyati Sa'adah^{2b} dan Sri Hartati³

¹Mahasiswa Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

^{2,3}Dosen Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

^{a)}nenenghanianisah@gmail.com

^{b)}umiabio1@gmail.com

Abstrak. Daya ingat (retensi) yang baik merupakan kebutuhan setiap siswa untuk belajar optimal. Hal ini karena hasil belajar siswa diukur berdasarkan penguasaan siswa atas materi pelajaran, yang prosesnya tidak terlepas dari kegiatan mengingat. Berdasarkan studi pendahuluan menunjukkan bahwa retensi yang dimiliki oleh siswa masih rendah. Hal ini terlihat dari hasil ulangan harian siswa yang berada di bawah nilai KKM. Untuk mengatasi masalah tersebut digunakan teknik pencatatan *mind map*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh teknik pencatatan *mind map* terhadap retensi siswa pada materi ekosistem. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Quasi-experimental*, dengan desain penelitian *nonequivalent control group design*. Populasi yang diambil adalah siswa kelas VII yang berjumlah 60 orang dalam 2 kelas. Teknik pengambilan sampel digunakan dengan cara *non probability sampling*, yakni dengan *sampling jenuh*. Teknik pengumpulan datanya dilakukan dengan tes, angket dan lembar observasi. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh siswa pada kelompok eksperimen memiliki retensi pada kategori sangat baik yaitu sebanyak 30 siswa (100 %). Sedangkan pada kelompok kontrol sebanyak 20 siswa (66,67%) berada pada kategori sangat baik, 5 siswa (16,67%) pada kategori baik, 2 siswa (6,66%) kategori cukup dan 3 siswa (10%) pada kategori kurang. Uji hipotesis dengan menggunakan Uji Man-Whitney menunjukkan nilai $Z_{hitung} 4,43 > Z_{tabel} 1,65$ pada taraf signifikansi 5% yang berarti bahwa teknik pencatatan *mind map* berpengaruh positif terhadap hasil retensi siswa pada materi pembelajaran ekosistem. Adapun aktivitas guru pada pertemuan pertama dan kedua yaitu 94% sangat baik. Sementara untuk aktivitas siswa pada pertemuan pertama dan kedua masing-masing memiliki rata-rata sebesar 75% baik dan 86% sangat baik. Respon siswa terhadap pembelajaran dengan menggunakan teknik pencatatan *mind map* memiliki rata-rata 4,68 berada pada kategori sangat tinggi.

Kata Kunci: Teknik *Mind Map*, Retensi, Ekosistem

Abstract. Good retention is a needed for every student to learn optimally. Based on preliminary studies show that retention owned by students was low. The evident for that results was from daily tests of students that are still under the KKM. To overcome these problems used techniques *mind map*. This study aimed to analyze the effect of techniques *mind map* on the retention of students in the ecosystem material. The method used in this study was a *Quasi-experimental*, research design *nonequivalent control group design*. The population was 60 student from class VII. The sampling technique used in this study was *non-probability sampling*. The data was collected by the test, questionnaire

and observation sheet. The results showed that 100% students in the experimental group had a very good retention (30 student), while the control group showed 66,67% was in the very good category (20 student), 5 student (16.67%) in good category, 2 student (6.66%) in enough category and 3 student (10%) in less category. Hypothesis testing using Man-Whitney test showed the value $Z_{\text{hitung}} 4.43 > 1.65 Z_{\text{tabel}}$ at significance level of 5%, which means that the techniques of mind mapping positive effect on the results of student retention in the ecosystem learning materials. The activity of the teachers in the first and the second meeting is 94% (excellent). As for the activity of the students in the first and second meeting is 75% (good) and 86% (excellent). Students' response to learning by using recording techniques mind map has an average of 4.68 is at a very high category.

Keywords: Mind Map, Retention, Ecosystem

Pendahuluan

Kemampuan mengingat pengetahuan yang telah diperoleh melalui pembelajaran merupakan faktor yang penting dalam suatu kegiatan belajar. Kemampuan mengingat ini dapat juga diartikan sebagai daya ingat atau retensi [1]. retensi adalah bertahanya materi yang telah dipelajari dalam ingatan atau materi yang tidak dilupakan setelah dipelajari [2]. Oleh karena itu, perlu mengikutsertakan keaktifan siswa dalam proses pembelajaran misalnya mencatat. Mencatat merupakan salah satu usaha untuk meningkatkan daya ingat [3]. Daya ingat (retensi) yang baik merupakan kebutuhan setiap siswa untuk belajar optimal. Hal ini karena hasil belajar siswa diukur berdasarkan penguasaan siswa atas materi pelajaran, yang prosesnya tidak terlepas dari kegiatan mengingat.

Otak manusia dapat menyimpan segala sesuatu yang dilihat, didengar dan dirasakan. Tujuan pencatatan adalah membantu mengingat informasi yang tersimpan dalam memori, tanpa mencatat dan mengulang informasi, siswa hanya mampu mengingat sebagian kecil materi yang diajarkan [4]. Beberapa kemungkinan rendahnya retensi siswa, yaitu banyaknya materi pelajaran yang harus dipelajari dan materi yang telah dipelajari tersebut sulit untuk diingat kembali, pembelajaran yang masih berpusat pada guru atau karena metode pembelajaran yang digunakan kurang tepat [5].

Fakta di lapangan berdasarkan hasil wawancara, retensi yang dimiliki oleh siswa masih rendah. Hal ini terlihat dari hasil ulangan harian siswa yang masih berada di bawah nilai KKM dan terbilang masih rendah. Sebagian siswa sulit menghafalkan konsep-konsep biologi sehingga siswa sulit memahami materi biologi tertentu. Ini juga diperburuk adanya beberapa siswa yang tidak mencatat materi pelajaran atau setelah mencatat tidak membuka atau jarang membaca catatannya kembali. Umumnya siswa membuat catatan dalam bentuk tulisan seperti rangkuman yang mencakup seluruh isi materi pelajaran, sehingga catatan terlihat sangat monoton dan membosankan. Hal tersebut berkaitan erat dengan teknik yang perlu dilakukan terutama dalam teknik mencatat.

Untuk mengatasi masalah tersebut dapat digunakan teknik pencatatan *mind map* yang dikembangkan oleh Tony buzan. Dengan menggunakan teknik pencatatan *mind map* daftar informasi yang panjang dan menjemukan bisa diubah bentuknya menjadi diagram berwarna-warni, mudah diingat dan sangat beraturan serta sejalan dengan cara kerja otak [3]. *Mind map* sebagai salah satu teknik dalam mencatat merupakan sebuah metode mencatat kreatif yang dapat memudahkan mengingat banyak informasi [6]. Informasi baru yang diperoleh harus dipindahkan dari memori jangka pendek ke memori jangka panjang. Pada kegiatan belajar, kejadian tersebut terjadi pada fase retensi [2]. Retensi merupakan kemampuan siswa untuk menyimpan konsep yang sudah diperolehnya. Retensi siswa sangat diperlukan dalam pemahaman pembelajaran.

Materi pembelajaran ekosistem mengandung materi yang erat kaitannya dengan kehidupan sehari-hari, sehingga diperlukan suatu metode pembelajaran yang benar-benar membuat siswa

mampu memahami materi dan mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari dan diterapkan dalam teknik pencatatan *mind map* sejauh mana pengaruh retensi siswa yang diterapkan dalam metode tersebut.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Quasi eksperimen. Dalam rancangan ini digunakan satu kelompok eksperimen dan satu kelompok kontrol. Kelompok eksperimen membuat teknik pencatatan *mind map*, sedangkan kelompok kontrol membuat teknik pencatatan biasa tidak menggunakan *mind map*. Desain penelitian yang digunakan *nonequivalent control group design*, pada desain ini kelompok eksperimen maupun kontrol tidak dipilih secara random [7].

Tabel 1. Desain penelitian

Kelas	Tes Awal (Pretest)	Perlakuan (treatment)	Tes Akhir-1 (Posttest 1)	Selang waktu	Tes Akhir-2 (Posttest 2)
E	O ₁	X	O _{2a}	2 Minggu	O _{2b}
K	O ₃	-	O _{4a}		O _{4b}

Keterangan :

E : Kelas eksperimen, K: Kelas kontrol, O1: *Pretest* kelas eksperimen

O2a : *Posttest-1* kelas eksperimen, O2b : *Posttest-2* /Tes retensi kelas eksperimen

O3 : *Pretest* kelas kontrol, O4a : *Posttest-1* kelas kontrol

O4b : *Posttest-2* /Tes retensi kelas kontrol, X : Siswa membuat catatan menggunakan *mind map*,

- : Siswa membuat catatan biasa tidak menggunakan *mind map*

Populasi yang diambil adalah siswa kelas VII yang berjumlah 60 orang dalam 2 kelas. Teknik pengambilan sampel digunakan dengan cara *non probability sampling*, yakni dengan *sampling jenuh*. Teknik pengumpulan datanya dilakukan dengan tes, angket dan lembar observasi. Tes yang diujikan berupa tes pilihan ganda sebanyak 20 soal yang sebelumnya sudah diujicobakan dengan nilai reliabilitas soal sebesar 0,74 dengan kategori tinggi [8].

Hasil

1. Hasil observasi keterlaksanaan proses pembelajaran

Hasil observasi aktivitas pembelajaran guru dan siswa dapat dilihat dalam Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Rekapitulasi Data Hasil Observasi Aktivitas Pembelajaran Guru dan siswa

No	Kelas	Guru	Tingkat keterlaksanaan	Kategori	Aktivitas Pembelajaran Tingkat keterlaksanaan Siswa	Kategori
1.	VII A	.Skor pertemuan pertama	94%	Sangat Baik	Pertemuan pertama	Baik
		.Observer 1 : 16			Observer 1	
		.Observer 2 : 16	94%	Sangat Baik	Pertemuan Kedua	Baik
		.Skor pertemuan Kedua			.Observer 1	
		.Observer 1 : 17			.Observer 2	
		.Observer 2 : 17				

Persentase aktivitas pembelajaran guru pada pertemuan pertama yaitu 94% dan termasuk kategori baik. Akan tetapi masih ada beberapa tahapan dalam pembelajaran yang tidak terlaksana (6%). Tahapan tersebut adalah guru tidak memberikan penguatan materi yang telah dipelajari dan memberikan arahan untuk meluruskan kesalahan pemahaman. Dalam artian guru tidak memeriksa prosedur yang harus dilakukan dalam pembelajaran. Aktivitas pembelajaran

guru pada pertemuan kedua masih sama dengan pertemuan pertama yaitu 94%. Hal ini berarti terdapat aktivitas guru yang tidak tercapai yaitu guru tidak memeriksa kehadiran siswa dan mengondisikan kelas.

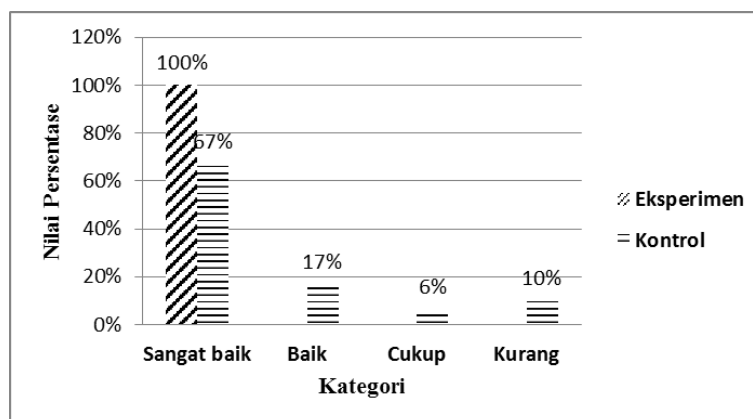
Persentase aktivitas pembelajaran siswa pada pertemuan pertama yaitu 75%. Tetapi, masih ada beberapa tahapan dalam pembelajaran yang tidak terlaksana dengan baik (25%). Pada kegiatan inti ketika guru ingin mengeksplorasi kemampuan siswa hanya 10 orang siswa yang aktif menjawab dari 30 siswa, ketika mengomunikasikan hasil *mind map* dan mempresentasikannya di depan kelas hanya 5 orang siswa yang berani maju, faktor tersebut terjadi karena siswa masih malu mengungkapkan pendapatnya dan malu untuk tampil di depan. Pada kegiatan penutup jumlah persentase keterlaksanaannya 83% hal ini terjadi karena pada saat mengikuti *Posttest* dalam bentuk tanya jawab (Lisan) berkaitan dengan materi ekosistem hanya 15 orang siswa yang berani menjawab dari 30 siswa. Sedangkan aktivitas pembelajaran siswa pada pertemuan kedua persentase keterlaksanaannya 86% walaupun masih ada beberapa tahapan yang tidak terlaksana dengan baik (14%). Pada kegiatan inti keterlaksanaan aktivitas pembelajaran siswa jumlah persentasenya 58,28% lebih baik dibandingkan dengan pertemuan pertama, bertambahnya siswa yang aktif menjawab saat guru mengeksplorasi kemampuan siswa yaitu 15 orang, selain itu bertambahnya siswa yang ingin mengomunikasikan hasil *mind map*nya di depan kelas hampir setengah siswa dalam kelas ini maju ke depan sebanyak 15 orang, selain itu hampir semua siswa memperhatikan guru menjelaskan penguatan materi dan menyimpulkan materi yang telah dipelajari. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi hal tersebut pada pertemuan kedua hasil teknik pencatatan *mind map* yang mereka buat dari materi yang cukup banyak terutama mengenai ekosistem, komponen ekosistem, rantai makanan dituangkan secara ringkas dalam bentuk *mind map* disertai berbagai macam gambar dan warna sehingga catatan terlihat menarik dan membuat siswa antusias untuk menampilkan hasil karya *mind map*nya.

2. Retensi siswa

Rekapitulasi perbandingan data *posttest 1* dan *posttest 2* (tes retensi), dan Nilai Retensi pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat dilihat pada Tabel 3, sedangkan persentase kategori nilai retensi kelas eksperimen dan kontrol disajikan pada Gambar 1 berikut ini.

Tabel 3. Rekapitulasi Perbandingan Data *Posttest 1*, *Posttest 2* (Tes retensi), dan Retensi pada kelas Eksperimen dan kelas Kontrol.

Komponen	<i>Posttest 1</i>		<i>Posttest 2</i>		<i>Retensi</i>	
	Eksperimen	Kontrol	Eksperimen	Kontrol	Eksperimen	Kontrol
N	30	30	30	30	30	30
Mean	72,33	61,83	68,66	53,16	95,03 %	84,93%



Gambar 1. Persentase Kategori Nilai Retensi Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Berdasarkan Tabel 3 nilai retensi siswa pada kelas eksperimen (yang menggunakan teknik pencatatan *mind map*) lebih baik dibandingkan nilai retensi kelas kontrol (yang tidak menggunakan *mind map*). Berdasarkan Gambar 3.8 nilai retensi kelas eksperimen yang menggunakan teknik pencatatan *mind map* siswa yang berada pada kategori sangat baik lebih banyak dibandingkan kelas kontrol.

Untuk melihat peningkatan retensi siswa pada kelas eksperimen dan kontrol dihitung rata-rata *n-gain* dan hasilnya disajikan pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4 Kategori rata-rata N-Gain pada kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Kelas	Rata-rata N-Gain	Kategori
Eksperimen	0,56	Sedang
Kontrol	0,39	Sedang

Berdasarkan Tabel 4 di atas rata-rata *n-gain* kelas eksperimen termasuk kategori sedang begitu juga pada kelas kontrol. Tetapi rata-rata *n-gain* pada kelas eksperimen lebih tinggi 0,56 dibandingkan kelas kontrol 0,39. Hal tersebut menunjukkan bahwa ada peningkatan yang lebih tinggi hasil belajar pada kelas eksperimen yang menggunakan teknik pencatatan *mind map* dibandingkan dengan kelas kontrol yang menggunakan teknik pencatatan biasa.

Berdasarkan hasil uji statistik nilai signifikansi untuk Uji Man-Whitney pada data tes retensi adalah sebesar 0,000. Nilai tersebut lebih kecil dari taraf signifikansi 0,05 maka H_1 diterima. Yang berarti Terdapat perbedaan signifikan pada rata-rata nilai tes retensi siswa antara kelas eksperimen dan kelas kontrol, untuk memperkuat hasil uji normalitas, selain dilihat dari signifikansi penafsiran data dilihat dari nilai Z pada tabel, $Z_{hitung} = -4,43 > Z_{tabel} 1,65$ pada taraf signifikansi 5%, karena nilai (-) dinyatakan mutlak, dengan demikian hipotesis penelitiannya H_0 ditolak dan H_1 diterima artinya Terdapat perbedaan signifikan pada rata-rata nilai tes retensi siswa antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hal tersebut menunjukkan bahwa *mind map* memberikan pengaruh terhadap retensi siswa menjadi lebih baik dibandingkan dengan catatan konvensional.

3. Respon siswa terhadap pembelajaran dengan menggunakan teknik pencatatan *Mind map*

Berdasarkan respon siswa terhadap pembelajaran dengan menggunakan teknik pencatatan *mind map* yaitu 4,68 berada pada kategori sangat tinggi. Hal tersebut menunjukkan bahwa *mind map* dapat digunakan sebagai alternatif bentuk catatan yang baik, pada umumnya siswa memang terbiasa mencatat dengan catatan konvensional dalam bentuk rangkuman tetapi hal tersebut membuat siswa menjadi kurang termotivasi untuk membuka kembali catatan yang mereka buat sementara penggunaan catatan *mind map* membuat siswa menjadi lebih tertarik dalam mengikuti proses pembelajaran walaupun memang pada dasarnya siswa belum terbiasa membuat catatan dalam bentuk *mind map*. Tetapi hal tersebut menjadi motivasi bagi siswa untuk terus belajar membuat *mind map*. karena menurut siswa menuangkan catatan dalam bentuk *mind map* adalah suatu hal yang baru dan membuat kegiatan menulis menjadi menyenangkan.

Pembahasan

Dari hasil pengolahan data retensi dalam penelitian siswa kelas VII-A yang menggunakan teknik pencatatan *mind map* memiliki nilai retensi yang sangat baik dibandingkan dengan kelas VII-B yang menggunakan teknik pencatatan konvensional dalam bentuk rangkuman, selain itu teknik pencatatan *mind map* ini meningkatkan nilai KKM dimana siswa yang belajar dengan menggunakan teknik pencatatan *mind map* menghasilkan nilai yang memenuhi KKM sebanyak 29 orang (96%) sedangkan pada siswa kelas kontrol yang belajar tanpa menggunakan teknik

pencatatan *mind map* yang memenuhi nilai KKM hanya 16 orang. Hal tersebut menunjukkan adanya pengaruh penggunaan teknik pencatatan *mind map* terhadap retensi siswa. Hasil penelitian yang lain juga menunjukkan bahwa cara belajar dengan menggunakan teknik pencatatan *mind map* meningkatkan hasil belajar siswa [7].

Perbedaan tingkat retensi yang dimiliki kedua kelas ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Siswa yang mampu mengikuti pembelajaran dengan baik akan cenderung mampu mengingat dengan baik [10]. Selain itu hal tersebut menunjukkan bahwa adanya pengaruh penggunaan teknik pencatatan *mind map* terhadap retensi siswa. *Mind Map* merupakan peta rute yang hebat bagi ingatan, memungkinkan kita menyusun fakta dan pikiran sedemikian rupa sehingga cara kerja alami otak dilibatkan sejak awal. Ini berarti mengingat informasi akan lebih mudah dan lebih bisa diandalkan dari pada menggunakan teknik pencatatan tradisional [11]. Pada kelas kontrol siswa mencatat dalam bentuk catatan tradisional berupa rangkuman sehingga catatan terlihat monoton, karenanya siswa malas untuk membuka catatannya kembali.

Teknik mencatat dengan *mind map* melibatkan kedua sisi otak karena *mind map* menggunakan gambar, warna, dan imajinasi (wilayah otak kanan) bersamaan dengan kata, angka, dan logika (wilayah otak kiri) [12]. Sedangkan teknik mencatat konvensional umumnya hanya melibatkan otak kiri [13]. *Mind map* membuat materi pelajaran dipola secara visual dan grafis sehingga dapat membantu merekam, memperkuat dan mengingat kembali informasi yang telah dipelajari [4].

Pembuatan *mind map* melibatkan kedua sisi otak sesuai dengan mekanisme kerja otak [12]. Ingatan terhadap informasi dalam bentuk visual akan lebih mudah dari pada dalam bentuk verbal [14]. Catatan dalam *mind map* dibuat dengan menggunakan gambar/symbol, kata kunci, warna serta garis-garis melengkung yang berhubungan [12]. Penggunaan kata kunci, gambar/symbol dan warna melibatkan aktivitas otak kanan, sedangkan penggunaan garis hubung dan penempatan kata kunci melibatkan aktivitas otak kiri.

Proses pembuatan catatan yang hanya melibatkan sebagian kecil dari otak menyebabkan materi yang dicatat sering terlupakan [15]. Proses catatan yang demikian terdapat pada catatan konvensional dalam bentuk rangkuman. Catatan konvensional umumnya dibuat dalam bentuk linier yang panjang dan umumnya menggunakan satu warna [4] sebagian besar teknik mencatat konvensional hanya melibatkan otak kiri saja.

Mencatat merupakan aktivitas dan strategi belajar yang efektif untuk meningkatkan retensi, pemahaman serta memudahkan siswa menemukan konsep-konsep yang berhubungan menjadi lebih bermakna [16]. Retensi yang baik dapat tercipta jika terjadi pembelajaran yang bermakna, belajar yang bermakna dapat menyebabkan informasi yang telah dipelajari dapat diingat dengan baik [2]. Kesiapan belajar yang baik akan memberikan hasil belajar yang baik. Siswa yang telah mempersiapkan diri sebelum pembelajaran dimulai misalnya dengan membaca terlebih dahulu materi yang akan dipelajari, sehingga ketika dilakukan *pretest* siswa tersebut telah memiliki pengetahuan awal yang cukup [17].

Daftar Pustaka

- [1] Surya, M. (1996). *Psikologi Pendidikan*. Bandung: CV Pembangunan Jaya.
- [2] Dahar, R. W. (1996). *Teori-teori Belajar*. Jakarta: Erlangga.
- [3] Sudjana, Nana. 2009. *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Remaja Rosda Karya.
- [4] Rostikawati, T. R. (2008). *Mind Mapping dalam Metode Quantum Learning Pengaruhnya Terhadap Prestasi Belajar dan Kreatifitas Siswa*. (online). [http://fkip-unpad.org/teti.htm.\(05/05/2015\)](http://fkip-unpad.org/teti.htm.(05/05/2015)).
- [5] Winkel, W.S. (1996). *Psikologi Pengajaran*. Jakarta: Gramedia.
- [6] DePorter, B & Hernacki, M. (2004). *Quantum Learning*. Bandung : Kaifa
- [7] Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfa Beta.
- [8] Arikunto, S. (2007). *Dasar-Dasar Evaluasi Belajar*. Jakarta : Bumi Aksara
- [9] Lisnawati, L. (2006). *Implementasi Mind Mapping dalam Pembelajaran Sub Konsep Sistem Reproduksi di SMA*. Skripsi FPMIPA UPI: Tidak dipublikasikan.

- [10] Mouly, G.J. (1960). *Psychology for Effective Teaching (Second Edition)*. Atlanta:Holtt, Renehart and Wisto, inc
- [11] Buzan, Tony (2007). *Buku Pintar Mind Map Untuk Anak Agar Pintar di Sekolah*. Jakarta: PT. Gramedia Pusaka Utama.
- [12] Buzan, Tony. (2002). *Buku Pintar Mind Map Untuk Anak Agar Anak Pintar di Sekolah*. Jakarta:PT. Gramedia Pusaka Utama
- [13] Wycoff, J. (2003). *Menjadi Super Kreatif melalui Metode Pemetaan Pikiran*. Bandung:Kaifa
- [14] Marsh, L. (2007). *Digital Media Center (DMC), Mind Map*. (online). Tersedia: [http://dmc.edu/activities/mindmap/.\(05/05/2015\) 8](http://dmc.edu/activities/mindmap/.(05/05/2015) 8)
- [15] Buzan, Tony. (2006). *Buku Pintar Mind Map Untuk Anak Agar Anak Pintar di Sekolah*. Jakarta:PT. Gramedia Pusaka Utama.
- [16] Tomo. (2003). *Mengintegrasikan Teknik Membaca dalam SQ4R dan Membuat Catatan Berbentuk Graphic Postorganizer dalam Pembelajaran Fisika*. Disertas PPS UPI: tidak dipublikasikan
- [17] Slameto. (2003). *Belajar dan Faktor-faktor yang Mempengaruhinya*. Jakarta:Rineka Cipta.

OT-10

Pengaruh Penggunaan Model Pembelajaran *Guided Inquiry* (Inkuiri Terbimbing) Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Konsep Sistem Indra

Lathifatuzzahra Taufiq :^{*1}, Ara Hidayat², Meti Maspupah³
^{1,2}UIN Bandung; Jln. A.H Nasution,

³Jurusan MIPA, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Gunung Djati, Bandung 40614

e-mail: Muthia05@Gmail.com

Abstrak. Penelitian ini berawal dari observasi pendahuluan di SMAN 27 Bandung yang memperoleh data bahwa mata pelajaran biologi khususnya materi sistem indera memiliki hasil belajar yang kurang optimal karena menggunakan pembelajaran bersifat *teacher centre*. Dan dipilihlah model pembelajaran *Inkuiri Terbimbing* karena berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mariani Natalina di SMAN 5 Pekanbaru tahun ajaran 2011/2012 dapat terlihat antusias siswa untuk aktif pada saat berlangsungnya kegiatan belajar mengajar (KBM), hal ini disebabkan penggunaan model pembelajaran *Inkuiri Terbimbing* dapat meningkatkan sikap ilmiah dan hasil belajar siswa. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran *Guided Inquiry* (*Inkuiri Terbimbing*) terhadap hasil belajar siswa pada konsep sistem indera di kelas XI IPA SMAN 27 Bandung. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Quasi Experiment*. Desain penelitiannya adalah *Nonequivalent Control Group Design*. Teknik pengambilan sampelnya adalah *sampling purposive*, dan dipilihlah kelas XI IPA 4 sebagai kelas eksperimen dan kelas XI IPA 3 sebagai kelas kontrol. Pengumpulan data menggunakan test pilihan ganda dan observasi. Data dianalisis melalui statistik parametris dengan menggunakan uji t. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa dengan penggunaan model pembelajaran *Inkuiri Terbimbing* hasil rata-rata *posttest* siswa sebesar 74,89 dan nilai gain sebesar 40,78. Nilai ini lebih besar dibandingkan dengan nilai rata-rata *posttest* kelas kontrol yang sebesar 68,11 dan nilai gain sebesar 34,33. Dan setelah di uji t diperoleh *Thitung posttest* = 3,028, *Thitung gain* = 4,43 sedangkan pada taraf signifikan 0,05 *Ttabel* = 1,99. *Thitung posttest* maupun *gain* \geq *Ttabel* maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Dapat disimpulkan pembelajaran dengan penggunaan model pembelajaran *Inkuiri Terbimbing* berpengaruh positif terhadap hasil belajar pada konsep sistem indera.

Abstract. Based on the observation in SMAN 27 Bandung can be know that biology specialty concept of system indera got a bad result of student learning achievement because they used the teacher centre learning models. And the solution is guided inquiry learning models because based on the result of Mariana Natalina research in SMAN 5 Pekanbaru that student have a good motivation to active in class, guided inquiry learning models give a signifikan influence on basic science process skills of students and students learning achievement. The aims of the research were to know the influence of guided inquiry learning models to student learning achievement on senses system concept in XI Science of SMAN 27 Bandung. This research used quasy experemental method. The research was designed using nonequivalent control group design. The sample was taken by sample purposive technique and choosed 2 class. XI Science 4 as experiment class and XI Science 3 as control class. The data collected by multiple choice and observation form. Then data analyzed by parametris statistic with "t-test". Based on the result of data

analysis can be know that with implementation of guided inquiry learning models in experiment class, we got posttest score as 74,89 and gain score as 40,78. This score is higher than the class controls score posttest. control class gets posttest score a 68,11 and gain score as 34,33. after “t-test” had done, we got posttest $t_{\text{computing}}$ as 3,028 and gain $t_{\text{computing}}$ as 4,43 and meanwhile ttable on significant level 0,05 big as 1,99. So, $t_{\text{computing}}$ of posttest or gain $> t_{\text{table}}$. therefore, it could be concluded that implemetation of guided inquiry gives significant influence to the result of student learning achievement on concept senses system.

Pendahuluan

Pendidikan berkaitan erat dengan istilah belajar dan mengajar. Belajar dan mengajar merupakan dua konsep yang tidak bisa dipisahkan. Belajar menunjuk pada apa yang dilakukan seseorang sebagai subjek yang menerima pelajaran yang ditandai dengan adanya perubahan pada diri seseorang [1]. Sedangkan mengajar adalah suatu proses mengatur, mengorganisasi lingkungan yang ada di sekitar siswa sehingga dapat menumbuhkan dan mendorong siswa melakukan proses belajar.

Belajar dan mengajar sebagai suatu proses mengandung tiga unsur yaitu tujuan pengajaran (instruksional), pengalaman (proses) belajar-mengajar dan hasil belajar[2]. Setelah mengalami aktivitas belajar mengajar , selanjutnya akan didapatkan hasil belajar yang nantinya akan menggambarkan ada atau tidaknya perubahan tingkah laku siswa. Tingkah laku sebagai hasil belajar dalam pengertian yang luas mencakup bidang kognitif, afektif, dan psikomotoris. Ranah kognitif berkenaan dengan hasil belajar intelektual, ranah afektif berkenaan dengan sikap, dan ranah psikomotoris berkenaan dengan keterampilan dan kemampuan bertindak. Jika proses pembelajarannya mampu mendorong siswa untuk belajar maka akan memperoleh hasil belajarnya pun akan optimal. Hal ini pun berlaku pada materi pelajaran biologi.

Biologi merupakan cabang dari ilmu sains (ilmu pengetahuan) yang membahas mengenai kehidupan di seluruh dunia. Pembelajaran biologi berkaitan dengan cara mencari tahu dan memahami alam secara nyata dan beraneka ragam jenisnya. Untuk memahami alam secara nyata pembelajaran biologi memerlukan kegiatan eksperimen agar siswa lebih paham dan lebih mengerti sesuatu yang sedang dipelajari [3].

Salah satu materi yang dipelajari pada mata pelajaran biologi adalah sistem indera. Dengan mempelajari sistem indera kita akan memimbing siswa untuk mengetahui struktur, fungsi, dan proses-proses yang terjadi pada sistem indera kita. Selain mereka mendapatkan pengetahuan, kita pula mampu menanamkan mereka rasa bersyukur atas kesempurnaan ciptaan Allah SWT. Hasil observasi pendahuluan di SMAN 27 Bandung, diperoleh data bahwa pembelajaran biologi khususnya materi sistem indera masih bersifat *teacher centre* (berpusat pada guru) dan masih menekankan siswa untuk menghafal. Pembelajaran tersebut menyebabkan siswa jenuh dan lebih banyak mengacuhkan penjelasan yang disampaikan oleh guru, padahal materi sistem indera memiliki tingkat kesulitan yang tinggi karena penuh dengan kajian-kajian yang sukar dipahami. Selain itu, masih minimnya kesadaran siswa untuk mengulang materi pelajaran, sehingga materi yang telah didapat dengan mudahnya terlupakan. Dampak dari permasalahan tersebut menyebabkan hasil belajar siswa kurang optimal. Permasalahan ini harus segera diselesaikan salah satunya dengan memperbaiki suasana belajar di kelas.

Hartono [4] mengatakan bahwa suasana belajar yang membebaskan siswa aktif belajar, menyampaikan pendapat, menganalisis, dan menemukan informasi sendiri memberi peluang mencapai hasil belajar yang optimal. Komunikasi dua arah secara timbal balik sangat diharapkan dalam proses belajar mengajar, demi tercapainya interaksi belajar yang optimal. Maka untuk mewujudkan hal tersebut, seorang guru sebaiknya melakukan inovasi dalam proses belajar mengajar dengan menerapkan berbagai model pembelajaran yang bersifat *student centre* sehingga mampu meningkatkan hasil belajar siswa. Salah satu model pembelajaran yang dapat memberikan pengaruh positif terhadap hasil belajar siswa adalah model pembelajaran inkuiri terbimbing.

Model pembelajaran inkuiri terbimbing adalah model pembelajaran yang berpusat pada siswa. Pada awal pembelajaran siswa akan dirangsang rasa ingin tahunya melalui pertanyaan-pertanyaan dari guru, siswa akan diberikan kesempatan untuk menyampaikan hipotesisnya. Selanjutnya guru akan membimbing siswa menemukan informasi melalui percobaan, lalu berbagai informasi dikumpulkan, untuk kemudian dianalisis dan diambil kesimpulan. Melalui tahapan-tahapan seperti itu siswa akan menemukan konsepnya sendiri, sehingga siswa dapat mengerti tentang konsep dasar dan ide-ide lebih baik. Pada model pembelajaran inkuiri[5] siswa belajar berorientasi pada bimbingan dan petunjuk dari guru hingga siswa dapat memahami konsep-konsep pelajaran. Dengan model tersebut siswa tidak mudah bingung dan tidak akan gagal karena guru terlibat penuh. Model pembelajaran inkuiri terbimbing memiliki beberapa kelebihan diantaranya : siswa jadi lebih aktif, bersikap objektif, jujur dan terbuka, membentuk dan mengembangkan “*self concept*” pada diri siswa, serta membantu dalam menggunakan ingatan dan transfer pada situasi proses belajar yang baru.

Hasil penelitian yang dilakukan Abarva [6], menjelaskan bahwa mengajar dengan menggunakan metode inkuiri sangat berpengaruh terhadap peningkatan hasil belajar siswa pada bidang studi biologi dari pada mengajar hanya dengan menggunakan metode ceramah. Diharapkan penelitian yang akan dilakukan pun dapat memperoleh hasil yang memuaskan dan sekaligus menjadi motivasi penulis untuk lebih baik lagi dalam menyampaikan materi kepada peserta didik dengan menggunakan model pembelajaran inkuiri terbimbing.

Bahan dan Metode.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yaitu *Quasi Experiment*, yang membantu peneliti untuk mengetahui hubungan sebab akibat setelah diberikan suatu perlakuan. Dalam penelitian ini digunakan desain penelitian *Nonequivalent Control Group Design*. Siswa sebelum dilakukan proses belajar mengajar diberikan *pretest*, kemudian diberikan *treatment* (perlakuan) dan terakhir diberikan *posttest*. Dengan demikian dapat diketahui lebih akurat, karena dapat membandingkan dengan keadaan sebelum diberi perlakuan.

Adapun yang menjadi populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI SMAN 27 Bandung semester genap tahun ajaran 2013/2014. Pemilihan lokasi ini atas pertimbangan bahwa model pembelajaran Inkuiri terbimbing jarang dilaksanakan di lokasi tersebut.

Teknik pengambilan sampelnya dengan *sampling purposive*. Dengan berbagai pertimbangan seperti kemampuan akademik siswa yang setara, jadwal mata pelajaran biologi yang berdekatan, maka diambil dua kelas, yaitu kelas XI IPA 3 sebagai kelas kontrol dan XI IPA 4 sebagai kelas eksperimen.

Data pada penelitian ini diambil dengan menggunakan test. Tes yang digunakan berupa soal pilihan ganda dengan jumlah option lima (A, B, C, D, E) berjumlah 25 soal. Tes ini digunakan dengan tujuan untuk mengukur hasil belajar siswa berupa ranah kognitif siswa. Sebelum digunakan pada subyek penelitian, peneliti membuat 40 soal pilihan ganda untuk diujicobakan dan dianalisis untuk mengetahui daya pembeda, tingkat kesukaran, validitas dan reliabilitas dari setiap butir soal. Sedangkan terlaksanakannya pembelajaran menggunakan model pembelajaran Inkuiri terbimbing diukur menggunakan lembar observasi. Melalui lembar observasi ini diharapkan peneliti dapat memperoleh gambaran berapa persen keterlaksanaan pembelajaran menggunakan model pembelajaran Inkuiri terbimbing.

Hasil penelitian ini dianalisis secara bertahap, yaitu: deskripsi data, uji prasyarat, dan uji hipotesis. Uji prasyarat yang dilakukan yaitu uji normalitas sebaran, homogenitas varians, dan uji hipotesis. Uji hipotesis menggunakan uji-t.

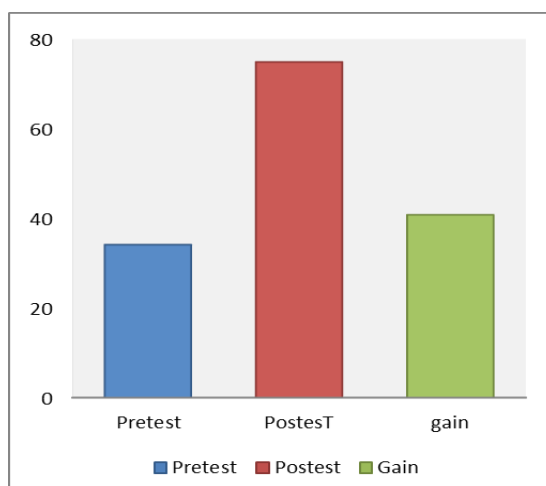
Hasil

Perolehan rata-rata nilai *pretest*, *posttest* dan *gain* pada kelas eksperimen yang menggunakan model pembelajaran inkuiri terbimbing ditampilkan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Belajar yang Menggunakan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing (Kelas Eksperimen)

Kriteria	Skor <i>Pretest</i>	Skor <i>Posttest</i>	Skor <i>Gain</i> (O_2-O_1)
Jumlah	1228	2696	1468
Rata-rata	34,11	74,89	40,78

Posttest kelas eksperimen termasuk dalam kategori baik karena berada pada rentang 65,00-79,90. Hasil tersebut dapat digambarkan dalam gambar 1.



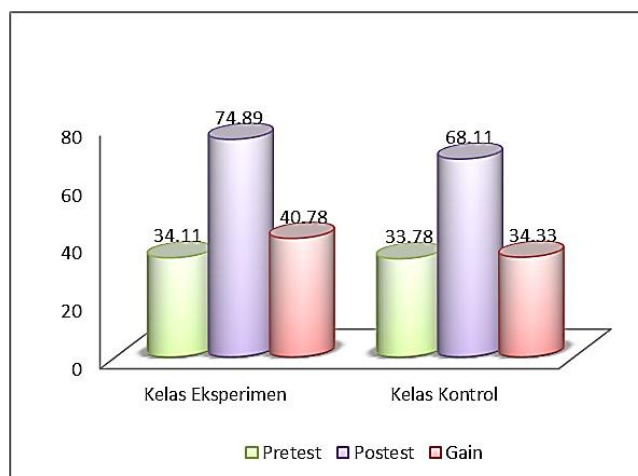
Gambar 1. Hasil belajar siswa kelas eksperimen

Sebagai pembandingan, maka data pretest dan posttest kelas kontrol pun dianalisis. Perolehan rata-rata nilai pretest, posttest dan gain pada kelas kontrol yang tidak menggunakan model pembelajaran Inkuiri terbimbing ditampilkan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Belajar Siswa yang Tidak Menggunakan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing (Kelas Kontrol)

Kriteria	Skor <i>Pretest</i>	Skor <i>Posttest</i>	Skor <i>Gain</i> (O_2-O_1)
Jumlah	1216	2452	1236
Rata-rata	33,78	68,11	34,33

Posttest kelas kontrol termasuk dalam kategori baik karena berada pada rentang 65,00-79,90. Perbandingan hasil belajar kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat dilihat dalam gambar 2.



Gambar 2. Hasil belajar siswa kelas eksperimen dan kontrol

Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Konsep Sistem Indra

Untuk mengetahui adanya pengaruh atau tidaknya pembelajaran menggunakan model pembelajaran inkuiri terbimbing, maka dilakukan uji hipotesis. Sebelum melakukan uji hipotesis diperlukan uji normalitas dan homogenitas dari data yang diujikan. Setelah itu dilakukan uji normalitas dan diperoleh hasil perhitungan untuk *pretest*, *posttest*, dan *gain* pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Uji Normalitas

Data	<i>Posttest</i>		<i>Gain</i>	
	thitung	ttabel	thitung	ttabel
Uji Hipotesis				
Hasil	3,028	1,99	4,43	1,99
Kesimpulan	Tolak Ho		Tolak Ho	

Uji homogenitas perlu dilakukan sebelum uji hipotesis (uji t) untuk data yang berdistribusi normal, dengan kriteria apabila $F_{hitung} < F_{tabel}$ maka data homogen.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Uji Homogenitas

Statistik	<i>Posttest</i>	
	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
Variansi	109,62	108,16
Fhitung	1,013	
Ftabel	1,75	
Kesimpulan	Homogen	
Keterangan	Uji t	

Berdasarkan tabel 4, nilai *pretest*, *posttest*, dan *gain* berdistribusi normal dan bersifat homogen. Karena $Thitung < Ttabel$ dan $Fhitung < Ftabel$.

Selanjutnya dilakukan uji hipotesis. Adapun hasil perhitungan uji hipotesis untuk nilai *posttest*, dan *gain* ini dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 5. Hasil Perhitungan Uji Hipotesis

Data	<i>Posttest</i>		<i>Gain</i>	
	t_{hitung}	t_{tabel}	t_{hitung}	t_{tabel}
Uji Hipotesis				
Hasil	3,028	1,99	4,43	1,99
Kesimpulan	Tolak Ho		Tolak Ho	

Berdasarkan tabel di atas bahwa nilai hasil analisis statistik *posttest* dan *Gain* menunjukkan H_0 ditolak artinya terdapat perbedaan hasil belajar siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Dengan perkataan lain bahwa penggunaan model pembelajaran inkuiri terbimbing berpengaruh positif terhadap hasil belajar siswa pada konsep alat indera.

Keterlaksanaan Model Pembelajaran Inkuiri terbimbing Pada Konsep Sistem Indera.

a. Keterlaksanaan Aktivitas Guru

Hasil observasi aktivitas pembelajaran guru dan siswa dapat dilihat dalam tabel berikut ini.

Tabel 6. Rekapitulasi Lembar Observasi Aktivitas Guru

No	Kelas	Pertemuan	Skor Keterlaksanaan		Persentase Keterlaksanaan
			Observer 1	Observer 2	
1	XI-IPA-4	1	13	12	96 %
		2	16	16	100 %
Rata-rata					98

b. Aktivitas Keterlaksanaan Siswa

c.

Tabel 7. Rekapitulasi Lembar Observasi Aktivitas Siswa

No	Kelas	Pertemuan	Skor Keterlaksanaan		Persentase Keterlaksanaan	Rata-rata
			Observer 1	Observer 2		
1	XI-IPA-4	1	12	10	91 %	94%
		2	12	17	97%	

Pembahasan

Hasil Belajar

Nilai rata-rata *pretest* pada kelas eksperimen adalah 34,11 dan nilai rata-rata *pretest* pada kelas kontrol adalah 33,78. Hal ini dapat diketahui bahwa kemampuan awal siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Selanjutnya peneliti memberikan pembelajaran menggunakan model Inkuiri terbimbing untuk kelas eksperimen, dan memberikan pembelajaran menggunakan model Inkuiri Bebas untuk kelas kontrol.

Hasil tes *posttest* siswa kelas eksperimen memperoleh rata-rata sebesar 74,89 (baik) dan mempunyai skor *Gain* sebesar 40,78. Sedangkan hasil tes *posttest* siswa kelas kontrol memperoleh rata-rata sebesar 68,11 (baik) dan mempunyai skor *Gain* sebesar 34,33. Nilai rata-rata *posttest* kedua kelas masuk dalam kategori baik karena berada pada rentang 60-80. Namun walaupun keduanya baik, nilai *posttest* kelas eksperimen lebih besar dibandingkan dengan kelas kontrol.

Hal ini dikarenakan pada proses pembelajaran inkuiri terbimbing, pada tahapan penentuan permasalahan, guru yang menentukan. Begitu pula dalam kegiatan eksperimen sampai siswa

mengambil kesimpulan, guru masih bertugas untuk membimbing sehingga siswa konsisten dalam pembelajaran. Karakteristik siswa pada kelas eksperimenpun cenderung lebih memiliki motivasi belajar yang tinggi. Lain halnya dengan proses pembelajaran inkuiri bebas (kelas kontrol), guru hanya terlibat aktif dalam penentu tujuan pembelajaran saja, dalam pemilihan topik/permasalahan sampai akhirnya menarik sebuah kesimpulan semuanya adalah kebebasan dari siswa. Karakteristik siswanyapun memiliki motivasi belajar yang beragam, namun cenderung rendah. Selain itu pula pada saat penelitian berlangsung, kelas kontrol seringkali menemui beberapa hambatan. Diantaranya pada pertemuan pertama, alokasi waktu yang tersedia terpotong karena telatnya pergantian jam, pada pertemuan keduanya, alokasi waktu kembali terpotong karena ada sosialisasi program bimbingan belajar. Situasi tersebutlah yang menyebabkan perkembangan siswa terhambat dan pada akhirnya berdampak negatif pada hasil belajarnya.

Pengaruh Penggunaan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Konsep Sistem Indera

Berdasarkan seluruh hasil analisis, proses pembelajaran menggunakan model pembelajaran inkuiri terbimbing memiliki pengaruh yang lebih baik dibandingkan dengan pembelajaran yang menggunakan model pembelajaran inkuiri bebas. Dapat diartikan model pembelajaran inkuiri terbimbing berpengaruh positif terhadap hasil belajar siswa. Hal ini dapat dilihat dari hasil analisis statistika uji-t pun diperoleh hasil bahwa *Thitung posttest* sebesar 3,028 dan *Thitung gain* sebesar 4,43, sedangkan *Ttabel* sebesar 1,99, dengan kata lain $Thitung \geq Ttabel$.

Pembelajaran inkuiri terbimbing sangat berpengaruh pada hasil belajar siswa menjadi lebih baik, karena inkuiri terbimbing merupakan pembelajaran yang mengajak siswa untuk mengembangkan rasa ingin tahu dan memberikan peluang bagi siswa untuk menemukan sendiri jawaban dipertanyaan / keingin tahunya itu..

Pada penelitian di kelas eksperimen, pembelajaran dilakukan berdasarkan tahapan-tahapan Inkuiri terbimbing yaitu pertanyaan masalah, hipotesis, eksperimen, merumuskan kesimpulan, serta komunikasi hasil.

Zaini [7] berpendapat bahwa seorang siswa akan mudah mengingat pengetahuan yang diperoleh secara mandiri lebih lama, dibandingkan dengan informasi yang dia peroleh dari mendengarkan orang lain. Selain itu kegiatan pembelajaran tersebut dapat mengembangkan sebuah komunitas kekeluargaan, saling bertukar informasi mengenai penyelidikan. Didukung oleh Sumiati dan Asra [3] dengan melakukan perbuatan dalam proses belajar dapat memungkinkan pengalaman belajar yang diperoleh bersifat lebih baik dan tersimpan dalam daya ingatan (memori) dalam jangka waktu lebih lama.

Pada pembelajaran, siswa dibentuk ke dalam beberapa kelompok. Dengan berkelompok, siswa dapat belajar untuk bertukar pikiran dengan temannya saat proses diskusi dan saling melengkapi satu sama lain. Kelompok yang hanya terdiri dari 5-6 siswa membuat mereka berlatih untuk bekerja sama. Sejalan dengan Hartono [4] pembelajaran secara kooperatif (berkelompok) tak hanya memicu siswa mempunyai kemampuan akademik, tapi secara lebih jauh telah mengajarkan siswa bagaimana cara bekerja sama dengan yang lain, menerima kekurangan dan menimba kelebihan orang lain.

Berdasarkan penelitian ada beberapa kelebihan pembelajaran inkuiri antara lain: membantu siswa mengembangkan atau memperbanyak persediaan dan penguasaan keterampilan dan proses kognitif siswa, membangkitkan gairah pada siswa misalkan siswa merasakan jerih payah penyelidikannya, memberi kesempatan pada siswa untuk bergerak maju sesuai dengan kemampuan, membantu memperkuat pribadi siswa dengan bertambahnya kepercayaan pada diri sendiri melalui proses-proses penemuan, siswa terlibat langsung dalam belajar sehingga termotivasi untuk belajar, Guru menjadi teman belajar, terutama dalam situasi penemuan yang jawabanya belum diketahui

Peran guru sebagai pembimbing memudahkan mereka dalam melakukan tahapan-tahapan pembelajaran. Pada saat melakukan kegiatan eksperimen, dengan bantuan guru, siswa akan tetap melakukan prosedur yang tetap pada jalurnya. Siswapun akan mudah menerima

konfirmasi dari guru atas konsep yang telah dibangun, hal inilah yang meminimalisir miskonsepsi pada siswa. Hal inipun dibenarkan oleh Dewi [5] yang menyatakan bahwa karena ada bimbingan guru, maka siswa tidak miskonsepsi.

Sesuai dengan penelitian Hemelina Abarva [6], hasilnya bahwa mengajar dengan menggunakan metode inkuiri sangat berpengaruh terhadap peningkatan hasil belajar siswa pada bidang studi biologi daripada mengajar hanya dengan menggunakan metode ceramah. Selain itu Natalina [8] model pembelajaran inkuiri terbimbing dapat meningkatkan sikap ilmiah dan hasil belajar biologi siswa kelas XI IPA 5 SMAN 5 Pekanbaru tahun ajaran 2011/2012.

Dari penjelasan-penjelasan di atas menunjukkan bahwa, model pembelajaran Inkuiri terbimbing melalui eksperimen memberikan peluang besar kepada siswa untuk terlibat langsung atau aktif selama pembelajaran, sehingga pembelajaran mencapai tujuan yang ditetapkan dan berpengaruh terhadap hasil belajar siswa.

Keterlaksanaan Model Pembelajaran Inkuiri terbimbing Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Konsep Sistem Indera

Untuk mengetahui aktivitas model inkuiri terbimbing pada konsep sistem indera digunakan lembar observasi. Secara umum keterlaksanaan aktivitas guru sebesar 98%. Sedangkan keterlaksanaan aktivitas siswa mencapai 94% hal ini termasuk dalam kategori baik sekali karena berada pada rentang 80-100%.

Berdasarkan observasi, suasana kelas mencair dan tidak jenuh, sehingga siswa merasa nyaman dan lebih percaya diri untuk menonjolkan potensi yang dimilikinya. Antusias siswa pada pembelajaran sangat besar, karena banyak siswa yang merasa tertantang melakukan eksperimen untuk memperoleh jawaban atas permasalahan yang telah diberikan oleh guru. Guru memfasilitasi siswa untuk mengembangkan potensi yang dimiliki siswa. Guru pula memotivasi siswa dan mendorong siswa agar selalu aktif dan bersemangat dalam berpikir, serta dapat mempertanggung jawabkan hasil penemuannya tersebut. Komunikasi yang terjalin adalah komunikasi yang dinamis, artinya komunikasi tidak hanya terjalin pada siswa dan guru saja, namun terjalin juga komunikasi siswa dengan siswa lainnya.

Pada pembelajaran Inkuiri terbimbing, kegiatan siswa jauh lebih banyak dibandingkan dengan kegiatan guru. Pengajaran seperti ini dapat dikatakan berhasil. Karena ciri pengajaran yang berhasil salah satu diantaranya dilihat dari kadar kegiatan siswa belajar [1]. Makin tinggi kegiatan belajar siswa, makin tinggi peluang berhasilnya pengajaran.

Daftar Pustaka

- [1] Sudjana, Nana. 2013. *Dasar-Dasar Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Sinar Baru Algensindo.
- [2] Sudjana, Nana. 2009. *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- [3] Ambarsari, Wiwin. 2012. *Penerapan Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Terhadap Keterampilan Proses Sains Dasar Pada Pelajaran Biologi Siswa Kelas VIII Smp Negeri 7 Surakarta*. Surakarta : Jurnal Pendidikan Biologi Universitas Sebelas Maret. Tersedia dalam <http://biologi.fkip.uns.ac.id/wpcontent/uploads/2012/02/journal-by-wiwin.pdf>. diakses pada 11 Juli 2014.
- [4] Hartono, Rudi, 2013. *Ragam Model Mengajar yang Mudah Diterima Murid*. Jogjakarta : DIVA Press.
- [5] Dewi, Narni Lestari, dkk. 2013. *Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Terhadap Sikap Ilmiah Dan Hasil Belajar IPA*. e-Journal Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha Jurusan Pendidikan Dasar (Volume 3 Tahun 2013).
- [6] Abarva, Hermelina, "Pengaruh Penggunaan Metode Inkuiri Terhadap Hasil Belajar Biologi Pada Siswa SMU Negeri III Ambon", Jurnal Kependidikan vol 1 & 2, November 2004.
- [7] Zaini, H., Munthe, B., & Aryani, S. A. (2008). *Strategi Pembelajaran Aktif*. Yogyakarta: Insan Madani.

- [8] Natalina, Mariani, dkk. 2013. *Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing (Guided Inquiry) Untuk Meningkatkan Sikap Ilmiah Dan Hasil Belajar Biologi Siswa Kelas Xi Ipa5 Sma Negeri 5 Pekanbaru Tahun Ajaran 2011/2012*. Tersedia dalam <http://jurnal.fmipa.unila.ac.id/index.php/semirata/article/download/591/411>. Diakses pada tanggal 11 Juli 2014.

OT-6

Upaya Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa Melalui PjBL Pada Topik Virus

Ade Aliyani

*Universitas Pendidikan Indonesia
Jl. Dr. Setiabudhi 229 Bandung 40154*

e-mail: adealiyani@ymail.com

Abstrak. Virus merupakan salah satu bidang kajian mikrobiologi di level sekolah menengah. Penguasaan konsep pada topik virus di kalangan siswa relatif masih rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan penguasaan konsep siswa pada topik virus melalui pembelajaran berbasis proyek (PjBL). Penelitian ini melibatkan siswa salah satu Madrasah Aliyah Negeri di Sumedang. Metode penelitian yang digunakan yaitu kuasi eksperimen dengan desain pretest posttest control group design. Pengambilan sampel dengan simple random sampling. Data penelitian diperoleh melalui tes penguasaan konsep, Lembar Kerja Siswa, observasi dan wawancara. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata penguasaan konsep siswa kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Dengan demikian PjBL merupakan salah satu alternatif model pembelajaran yang mampu meningkatkan penguasaan konsep siswa.

Kata kunci: virus, penguasaan konsep, pembelajaran berbasis proyek (PjBL)

Abstract. Virus is one of microbiology studies at senior high school level. Concept mastery on this topic among students is still relatively low. This study aims at investigating the increase of students' mastery of concepts on the topic of virus through project-based learning (PjBL). The study involved the students of state Madrasah Aliyah in Sumedang. The method used in the study is a quasi-experimental with pretest posttest control group design. The sample was determined by random sampling. The research data was obtained through tests mastery of concepts, students' worksheet, observation and interview. The results shows that the average of students' concept mastery of the experimental class is higher than the control class. Thus, the project based learning is an alternative learning model that can improve students' concept mastery.

Keywords: virus, concept mastery, Project Based Learning (PjBL)

Pendahuluan

Konsep memiliki peranan yang penting dalam kehidupan. Mempelajari konsep baik di lingkungan sekolah maupun di kehidupan sehari-hari memungkinkan orang-orang untuk saling memahami dan menjadi dasar untuk interaksi verbal [1]. Belajar konsep melibatkan proses mengonstruksikan pengetahuan dan mengorganisasikan informasi menjadi struktur-struktur yang komprehensif dan kompleks. Begitu pula dengan penguasaan konsep, penguasaan konsep penting bagi siswa karena dengan menguasai konsep yang benar, siswa dapat menyerap, memahami dan menyimpan materi yang dipelajarinya dalam waktu lama. Dari penguasaan konsep itu diharapkan siswa mampu mendeskripsikan dan menghubungkan antar konsep yang satu dengan konsep yang lainnya untuk menjelaskan peristiwa-peristiwa alam yang terjadi

dalam kehidupan sehari-hari. Penguasaan konsep dapat diperoleh dari pengalaman dan proses belajar.

Penelitian yang berhubungan dengan konsep telah banyak dilakukan. Penelitian di berbagai bidang menunjukkan, umur dan tingkat perkembangan intelektual mempengaruhi kesiapan dan kemampuan siswa untuk mempelajari konsep [1]. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa anak-anak belajar konsep pada usia dini melalui kegiatan menyortir dan mengklasifikasikan objek-objek dan belajar konsep berlanjut sepanjang hayat. Memperhatikan hal tersebut, dapatlah dikatakan semakin bertambah usia, harapannya penguasaan konsep semakin tinggi mengingat belajar konsep sudah dimulai sedari dini dan berlangsung sepanjang hayat. Namun kenyataannya sampai saat ini penguasaan konsep siswa relatif rendah terutama jika dikaitkan dengan pembelajaran, khususnya pada pembelajaran Biologi, topik Virus. Hal ini bisa terjadi karena siswa mengalami kesulitan. Kesulitan siswa dalam menguasai konsep bisa terjadi karena hakikat ilmu itu sendiri dan metode pengajarannya, tingkat organisasi, serta tingkat keabstrakan konsep [2].

Agar siswa mampu menguasai sebuah konsep, guru bisa menyampaikannya melalui peta konsep. Akan tetapi, konsep tanpa umpan balik tidak berpengaruh signifikan terhadap kinerja siswa, sedangkan konsep dengan umpan balik menghasilkan peningkatan yang terukur dalam kinerja pemecahan masalah siswa dan penurunan tingkat kegagalan [3].

PjBL (Pembelajaran Berbasis Proyek) sebagai model pembelajaran memiliki potensi yang besar untuk memberi pengalaman belajar yang menarik dan bermakna bagi siswa. Melalui PjBL, siswa terlibat aktif dalam pemecahan masalah, kegiatan tugas-tugas bermakna dan bekerja secara mandiri dalam mengkonstruksi pengetahuan mereka sendiri [4] (Thomas, 1999 dalam Wena, 2000).

Penelitian mengenai PjBL telah banyak dilakukan, salah satunya penerapan PjBL dalam topik pencemaran limbah [5]. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa PjBL mampu meningkatkan keterampilan berpikir kreatif serta dapat membantu mengatasi permasalahan lingkungan di sekolah. [6] mengimplementasikan PjBL dalam menganalisis kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa pada materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. Temuan yang diperoleh dari penelitian tersebut adalah PjBL dapat lebih meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif [6].

Berdasarkan hasil pengamatan di salah satu Madrasah Aliyah Negeri di Sumedang, nilai rata-rata ulangan siswa khususnya topik virus masih belum optimal. Hal ini mencerminkan bahwa penguasaan konsep siswa masih rendah. Oleh karena itu penelitian ini berupaya untuk meningkatkan penguasaan konsep siswa melalui PjBL.

Bahan dan Metode

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuasi eksperimen dengan desain *pretest posttest control group design*. Populasi penelitian ini melibatkan siswa salah satu Madrasah Aliyah Negeri di Sumedang kelas X. Sampel penelitian menggunakan dua kelas yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol, dengan pengambilan sampel secara *simple random sampling*. Data penelitian diperoleh melalui tes penguasaan konsep, Lembar Kerja Siswa, observasi dan wawancara. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan data-data *pretest* dan *posttest* melalui beberapa langkah yaitu 1) menentukan rata-rata skor *pretest* dan *posttest* masing-masing kelompok (kelompok eksperimen dan kontrol); 2) uji normalitas; 3) uji homogenitas, 4) uji t.

Hasil

Berdasarkan metode yang digunakan didapatkan hasil sebagaimana yang tercantum dalam Tabel. 1 berikut ini.

Tabel 1. Data Hasil Pretest dan Posttest

Komponen	Eksperimen		Kontrol	
	Pretest	Posttest	Pretest	Posttest
N	30	30	30	30
Mean	66,50	73,90	62,90	69,13
Median	65,00	75,00	65,00	72,00
SD	8,92	8,08	8,90	9,30
Nilai terendah	52	58	42	45
Nilai tertinggi	82	88	78	82

Tabel 2. Uji Normalitas (Shapiro Wilk)**Kriteria: Sig. $\geq 0,05$, Data berdistribusi normal**

Sig.	0,189	0,299	0,208	0,117
Kesimpulan	normal	normal	normal	normal

Tabel 3. Hasil Uji Homogenitas Penguasaan KonsepUji Homogenitas *Levene Statistic***Kriteria: Sig. $\geq 0,05$, Data homogen**

	Eksperimen	Kontrol
Sig.	0,286	0,110
Kesimpulan	Homogeny	homogen

Tabel 4. Hasil Uji Hipotesis (Uji t)

Kelas	t_{hitung}	t_{tabel}	Ket.
Eksperimen	3,38	2,048	H_0 ditolak
Kontrol	2,65	2,048	H_0 ditolak
Kesimpulan	terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai pretest dan posttest pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.		

Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh data pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Data kemudian diolah dengan menggunakan *SPSS for Windows*, rekapitulasi perolehan nilai tersebut dapat dilihat pada Tabel.1. Berdasarkan data tersebut diketahui bahwa nilai rata-rata pretest kelas eksperimen lebih besar daripada nilai rata-rata pretest kelas kontrol yaitu 66,50 pada kelas eksperimen dan 62,90 pada kelas kontrol. Begitu pula dengan nilai rata-rata posttest pada kelas eksperimen, lebih besar daripada nilai rata-rata posttest pada kelas kontrol yaitu 73,90 pada kelas eksperimen dan 69,13 pada kelas kontrol.

Untuk distribusi data, baik data pada pretest kelas eksperimen maupun kelas kontrol menunjukkan bahwa data pretest berdistribusi normal yaitu kelas eksperimen dengan nilai signifikansi 0,189 dan kelas kontrol dengan nilai signifikansi 0,208. Begitu pula pada data posttest kelas eksperimen dan kelas kontrol menunjukkan bahwa data berdistribusi normal yaitu kelas eksperimen dengan nilai signifikansi 0,299 dan kelas kontrol dengan nilai signifikansi 0,117. Data berdistribusi normal berdasarkan nilai signifikansi pada kolom *Saphiro-Wilk* pada tabel *Test of Normality* dengan kriteria jika Sig. $\geq 0,05$, artinya data berdistribusi normal pada taraf signifikansi 5%.

Uji homogenitas dilakukan melalui *Levene Statistic*. Hasilnya terlihat di Tabel 3. Data di Tabel 3 menunjukkan baik data eksperimen maupun kontrol, homogen yaitu sebesar 0,286 pada kelas eksperimen dan 0,110 pada kelas kontrol. Setelah data diketahui homogen, maka langkah selanjutnya yaitu uji hipotesis dengan uji t.

Dari penghitungan uji t nilai pretest dan posttest diperoleh nilai t untuk kelas eksperimen sebesar 3,38 dan kelas kontrol sebesar 2,65. Hal ini berarti terdapat perbedaan dimana kelas eksperimen menunjukkan angka yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Selain itu jika dibandingkan nilai posttest antara kelas eksperimen dan kontrol, diperoleh nilai t sebesar 2,12. Sedangkan besaran nilai Sig.(2-tailed) pada tabel t sebesar 2,048 dengan taraf signifikansi (α) 0,05. Oleh karena itu nilai t hitung lebih dari t tabel. Hal ini berarti terdapat perbedaan yang

signifikan dalam penguasaan konsep antara siswa yang mendapatkan pembelajaran model PjBL dengan siswa yang mendapatkan pembelajaran konvensional sehingga dapat disimpulkan PjBL dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif model pembelajaran.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terima kasih sebanyak-banyaknya kepada siswa dan guru Biologi yang telah banyak memberikan bantuan dalam pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Arends, R. I. 2008. *Learning to Teach* . Belajar untuk Mengajar. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- [2] Thompson. 2006. An Exploration of Common Student Misconception in Science. *International Education Journal*. 7(4). Hal. 553-559.
- [3] Morse, D., & Jutras, F. 2008. Implementing concept-based learning in a large undergraduate classroom. *CBE-Life Sciences Education*. Vol 7, 243-253, Summer 2008. DOI: 10.1187/cbe.07-09-0071.
- [4] Wena. 2010. Strategi Pembelajaran Inovatif Kontemporer (Suatu Tinjauan Konseptual Operasional). Jakarta: Bumi Aksara.
- [5] Astuti, R. 2015. Pengembangan Pembelajaran di Luar Kelas Melalui PjBL dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif pada Materi Penanganan Limbah. *Tesis*. Pascasarjana UPI. Bandung.
- [6] Rachman, N. N. 2013. Pengaruh Pembelajaran Berbasis Proyek Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Kreatif Siswa Kelas VIII Pada Materi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan. *Thesis*. Pascasarjana UPI. Bandung.

Lampiran 1. Susunan Acara

No	Waktu	Acara	Pembicara
1	07.00-08.00	Registrasi Peserta	
2	08.00-08.05	Pembukaan	
3	08.05-08.10	Pembacaan Ayat Suci Al-Quran	
4	08.10-08.25	Sambutan Ketua Jurusan Biologi	Dr. Tri Cahyanto, M.Si
		Sambutan Dekan Fakultas Sains dan Teknologi	Dr. H. Opik Taupik Kurahman
		Pembukaan Rektor UIN SGD Bandung	Prof. Dr. H. Mahmud, M.Si
5	08.25-08.30	Doa	Ateng Supriyatna, M.Si
6	08.30-08.40	1. Lagu Indonesia Raya 2. Mars Biologi UIN SGD Bandung	Biovoice UIN SGD Bandung
7	08.40-10.55	Materi I: "Biodiversitas Serangga Lokal Sebagai Sumber Daya Hayati Indonesia Dalam Menghadapi Masyarakat Ekonomi Asean"	Dr. H. Agus Dana Permana
		Materi II: "Potensi Mikroalga Bagi Kemandirian Bangsa Indonesia"	Dr. M. Agus Salim, Drs., MP.
8	10.55-12.30	Isoma	
9	12.30-15.30	Sesi Presentasi Kelas	Pemakalah
10	15.30-16.00	Coffee break	
11	16.00-16.10	Pengumuman : Pemakalah Terbaik	
12	16.10-16.15	Prosiding Seminar Penutupan	

Lampiran 2. Susunan Panitia

Penasehat	:	Prof. H. Mahmud, M.Si, Rektor UIN Sunan Gunung Djati Bandung
Wakil Penasehat	:	Dr. H. Opik Taupikurrahman, Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati
		Dr. H. Cecep Hidayat, Ir. MP. Wakil Dekan 1 FST UIN Sunan Gunung Djati Bandung
		Dr. Yani Suryani, M.Si. Wakil Dekan II FST UIN Sunan Gunung Djati Bandung
		Dr. Asep Supriadin, M.Si. Wakil Dekan III FST UIN Sunan Gunung Djati Bandung
Penanggung Jawab	:	Dr. Tri Cahyanto, M.Si.
Steering Committee	:	Ana Widianana, M.Si
		Ida Kinasih, Ph.D
		Ucu Julita, M.Si
		Astri Yulawati, M.Si
		Rizal Maulana Hasby, M.Si
		Ayuni Adawiah, M.Si
		Epa Paujiah, M.Si
		Risda Arba Ulfa, M.Si
		Rahmat Taufi, S.Si
Organizing Committee	:	Reginal P Pratama
		Khanip Zulpikar
		Indrianti Hasanah
		Dina Lugina NS
		Wildan Arsyad
		Bintan Fajar Islamy
		Eri Sulastris
		Yuni Kulsum
		Ferbi Ramadhan
		Dede Fajar
		Gungun
		Andina Nafis
		Ismi Nursyahbani
		Nursadrina
		Muhammad Danil
		R. Ajeng
		Indriani Sukmawati
		Siti Nugraha
		Azat
		M. Dzaki

Lampiran 3. Daftar Pemakalah dan Peserta Semabio 2016

Daftar Pemakalah		
No	Nama	instansi
1	Lilis Supratman	Universitas Pakuan
2	Dr. Tony Sudjarwo, M.Si	Universitas Indonesia
3	Dr. Maklon Wapur, M.Si	Universitas Jayapura
4	Khairinnisa, S.Pd., M.Si	Universitas Universal-Riau
5	Salfinaf Manaf	Universitas Bengkulu
6	Santi Tri Rahayu	Universitas Dipenogoro
7	Fadly Reizandy	SITH ITB
8	Muhammad Naufal Hakim	SITH ITB
9	Ir. Albert Husein Wawo, M.Si	Puslit Biologi LIPI Bogor
10	Asep Sadili, S.Si	Puslit Biologi LIPI Bogor
11	Dr. Ernawati	Puslit Biologi LIPI Bogor
12	Dr. Nuril Hidayati	Puslit Biologi LIPI Bogor
13	Sulistiani, S.Si., M.Kes	Puslit Biologi LIPI Bogor
14	Dra. Tutie Djarwaningsih, M.Si	Puslit Biologi LIPI Bogor
15	Drs. R. Nandang Suharna	Puslit Biologi LIPI Bogor
16	Emma Sri Kuncari, M.Si	Puslit Biologi LIPI Bogor
17	Inge Larashati Subro	Puslit Biologi LIPI Bogor
18	Purwaningsih	Puslit Biologi LIPI Bogor
19	Siti Sundari	Puslit Biologi LIPI Bogor
20	Ir. Titi Juhaeti, M.Si	Puslit Biologi LIPI Bogor
21	Yati Soedaryati Soeka, S.Si	Puslit Biologi LIPI Bogor
22	Yayan Maryana	Pusat Penelitian Biotek ITB
23	Milla Listiawati, M.Pd	Pendidikan Biologi UIN SGD
24	Sri Maryanti, M.Pd	Pendidikan Biologi UIN SGD
25	Sumiyati Sa'adah, M.Si	Pendidikan Biologi UIN SGD
26	Wawan Kartiwa Haroen	KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI
27	Dyas Amanullah	Geografi UPI
28	Revi Mainaki, S.Pd	Geografi UPI
29	Agus Widana	FMIPA Biologi UNPAD
30	Dr. Asep Zaenal Mutaqin	FMIPA Biologi UNPAD
31	Betty Mayawtie Marzuki	FMIPA Biologi UNPAD
32	Dr. Desak Made Malini, M.Si	FMIPA Biologi UNPAD
33	Dr. Ida Indrawati, M.Si	FMIPA Biologi UNPAD
34	Prof. Johan Iskandar, M.Sc., Ph.d	FMIPA Biologi UNPAD
35	Dr. Mohamad Nurzaman, M.Si	FMIPA Biologi UNPAD
36	Dr. Nia Rossiana, MS	FMIPA Biologi UNPAD
37	Nining Ratningsih, Dra., M.I.L	FMIPA Biologi UNPAD
38	Dr. Ruhyat Pratasamita, M.Si	FMIPA Biologi UNPAD
39	Ruly Budiono, Drs., M.Sc	FMIPA Biologi UNPAD
40	Dr. Sri Rejeki Rahayuningsih, M.Si	FMIPA Biologi UNPAD
41	Tia Setiawati	FMIPA Biologi UNPAD
42	Edhu Enriadis Adilingga	FMIPA Biologi UNPAD

43	Gammi Puspita Endah, S.Si	FMIPA Biologi UNPAD
44	Irina Anindya	FMIPA Biologi UNPAD
45	Joko Kusmoro, Drs., MP.	FMIPA Biologi UNPAD
46	Melanie, S.Si., M.Si	FMIPA Biologi UNPAD
47	Putut Fajar Arko	FMIPA Biologi UNPAD
48	Yusuf Ilyasa Ilham, S.Si	FMIPA Biologi UNPAD
49	Zamzam I'lanul Anwar Atsaury	FMIPA Biologi UNPAD
50	Dr. Budiawati Supangkat Iskandar, MA.	FISIP Antropologi UNPAD
51	Novi yanti, M.Si	Farmasi UNIGA
52	Dr. Elly Roosma Ria, Ir., MS	Faperta UNWIM
53	Romiyadi, S.P., M.P	Faperta UNWIM
54	Tien Turmuktini	Faperta UNWIM
55	Dr. Agung Kurniawan	Faperta UNPAD
56	Dr. Ali Asgar	BALITSA
57	Darkam Musaddad	BALITSA
58	Eti Heni Krestini	BALITSA
59	Luthfi	BALITSA
60	Suwarni Tri Rahayu, S. TP., M.Si	BALITSA
61	Firdiana Farhatani, S.P	Agroteknologi UIN Sunan Gunung Djati
62	Ika Wartika	Agroteknologi UIN Sunan Gunung Djati
63	Muhamat Dodi Rusli, S.P	Agroteknologi UIN Sunan Gunung Djati
64	Ade Aliyani	Biologi UPI
65	Dr. Wahyu Surakusumah	Biologi UPI
66	Hertien Koosbandiah Surtikanti, Prof, Ph.D, MScES.	Biologi UPI
67	Nelly Wulansari	Biologi UPI
68	Resa Regianti	Biologi UPI
69	Abdul Rosad	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
70	Roziatul afwah	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
71	Ahmad sopian	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
72	Al Arsy Rosita	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
73	Aldy Kurnia Hidayat	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
74	Ariezna Fadly	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
75	Cecep Sumarna	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
76	Dadang Surahman	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
77	Desti Nurba Indah Kurnia	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
78	Deydra Fitria	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
79	Dhyni Arigustin	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
80	Diana Vici Panjaitan	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
81	Diki Cahyana	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
82	Eko Komarudin Sadiman	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
83	Enci Sunarti	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
84	Euis Maryam Khoirunnisa	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
85	Farchatul Himmah	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
86	Fatmawati	Biologi UIN Sunan Gunung Djati

87	Firda Rizky	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
88	Hasbi Bakri	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
89	Haura Miftahus S	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
90	Ilbi Restu solohat	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
91	Ina Suriyani	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
92	Indi Lestari	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
93	Intan Gresia	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
94	Jannatu Syfa	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
95	Leo Purnawan	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
96	Muhamad Irfan Hilmi	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
97	M. Kurniyadi	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
98	Maya Agustin	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
99	Mia Maya Ulfah	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
100	Moch Rizal Mulyana	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
101	Mohammad Redzka Andika	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
102	Muhammad Adly S.	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
103	Muhammad Ihsan Mahbuby	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
104	Muhammad Taupiq	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
105	Muhammad Trian Oktiandi	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
106	Munik Sri AYu F	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
107	Neng Hilma Hamidah	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
108	Neng Yuni Marhamah	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
109	Ningsih	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
110	Novita Sari Dewi	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
111	Nurazizah	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
112	Siti Nurmaliani	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
113	Nurrasyad Naufal Hakim	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
114	Nursista Wulandari	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
115	Nurul Afiah Fauziah	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
116	Nurzaiyini Sofiah	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
117	Pipih Siti Latifah	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
118	Puspa Pandini	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
119	Putri Hawa	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
120	R. Robi Jannuari	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
121	Rangga Rifky Lazuari	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
122	Rani Agustiani, S.Si	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
123	Resi Sri Agesti	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
124	Ria Kurnia Rahma	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
125	Rina Bilqis	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
126	Rina Erliyana	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
127	Rinaldi	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
128	Rini Puspita Sari	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
129	Romly Nur Muhayat	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
130	Sifa Meldiana	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
131	Siti Nurhasanah	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
132	Ulfah Nurul Karomah	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
133	Ulfia Setiani	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
134	Umi Latifah	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
135	Virda Apriyanti	Biologi UIN Sunan Gunung Djati

136	Vivie Maryanti	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
137	Windi Rahmita	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
139	Nani Syarifah	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
140	Meti Maspupah, M.Pd	Pendidikan Biologi UIN SGD
141	Yanti Jayanti	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
Daftar Peserta		
No	Nama	instansi
1	Dwi Rahayuningsih	Universitas Dipenogoro
2	Maysaroh Nur Istiqomah	Universitas Dipenogoro
3	Fawaz	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
4	Evi triana	Puslit Biologi LIPI Bogor
5	Ramadhani Eka Putra, Ph.D	SITH ITB
6	Muhamad Efendi, M.Si	Balai Konservasi Kebun Raya Cibodas-LIPI
7	Nurul Fuji Astuti	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
8	Fernanda	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
9	RR Indry Noviarin Examinati	FMIPA Biologi UNPAD
10	Puji Meilinda	FMIPA Biologi UNPAD
11	Mar'atus, M.Sc.	Pendidikan Biologi UIN SGD
12	Sari, M.Pd	Pendidikan Biologi UIN SGD
13	IR. Jacky Muchtar	Faperta UNWIM
14	Ika Novi Hastuti, S.Hut., M.P	Faperta UNWIM
15	Fauzia Syarif, S.Si	Puslit Biologi LIPI Bogor
16	Dra. Lina Herlinawati, MT	STP Jabar
17	Dr. Ida Ningrumsari, M.Si.	STP Jabar
18	Feni Khoerunnisa	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
19	Isma Nurul	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
20	Zulida susanti	SITH ITB
21	Nindya Sekar Mayuri	SITH ITB
22	Kartika Aprilia Putri	SITH ITB
23	Sri Hartati, M.Pd	Pendidikan Biologi UIN SGD
24	Wahyuni Endah Rahmawati	SITH ITB
25	Dwi Inawati	SITH ITB
26	susi marini	Biologi UIN Sunan Gunung Djati
27	Fitralisani	SITH ITB
28	Sartika Sundari	Biologi UIN Sunan Gunung Djati

PROSIDING SEMINAR NASIONAL BIOLOGI 2016

**Jurusan Biologi
Fakultas Sains Dan Teknologi
UIN Sunan Gunung Djati Bandung**

978-602-60030-0-2

